

H. Rosenberg.

Zeitschrift

für den

Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XLIV. Jahrgang.

1931.

Zweites Heft.

Karl Rosenberg

zu seinem siebenzigsten Geburtstage.

Vor hundert Jahren hat LUDWIG GIESEBRECHT ein Gedicht verfaßt mit der Überschrift „Des Lehrers Los“. In der Aula seines Gymnasiums betrachtet er die Bilder alter Lehrer, die an der Anstalt gewirkt haben:

Es wird auch uns ergehen,
Wie euch geschehen ist:
Wir sind, wir werden gehen
Nach einer kurzen Frist.
Nur unser Mühn und Warten
Hier um des Wissens Born
Bleibt in der Menschheit Garten
Ein stilles Samenkorn.

Mehr als solches Lehrerlos hat sich KARL ROSENBERG, dessen wohlgetroffenes Bild als Siebzigjährigen (nach einer Aufnahme des Direktors der Grazer Urania Dr. FRITZ GERNOT) wir nun in der POSKESCHEN Zeitschrift anschauen können, auch niemals in seinem arbeitsreichen Leben gewünscht. Es wird vielen Lesern willkommen sein, Einblick in den Werdegang dieser liebenswerten Persönlichkeit zu erhalten.

KARL EMIL ROSENBERG wurde am 16. April 1861 zu Graz in Steiermark geboren als Sohn eines österreichischen Hauptmanns i. R. Seine Mutter stammte aus Wien. Die innige Kindesliebe, die den Knaben mit seinen Eltern verband, hat er ungeschmälert durch sein ganzes Leben gewahrt. Den ersten Volksschulunterricht erhielt ROSENBERG im Hause durch einen Privatlehrer, und dann besuchte er die 3. und 4. Klasse als öffentlicher Schüler. Im Alter von noch nicht 10 Jahren kam er auf das Akademische Gymnasium in Graz. Als ihm im September 1873 der Vater durch den Tod entrissen wurde, geriet die Familie in eine sehr sorgenvolle Lage. Es gelang der treuen Mutter, die unsäglichen Schwierigkeiten zu überwinden, und diese harte Zeit stählte KARL ROSENBERGS Kräfte für den Lebenskampf. Er legte die Gymnasialstudien mit gutem Erfolge zurück. Die Beschäftigung mit den alten Sprachen und der Geschichte fiel ihm nicht leicht, doch trotz seiner frühzeitig in die Erscheinung getretenen Vorliebe für die mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer hielt er mit zäher Beharrlichkeit an dem Streben fest, auf dem Gymnasium den Grund zu humanistischen Studien zu legen. Gefördert wurde er darin durch seinen Hauslehrer JOHANN GESSLER aus der ersten Zeit des Besuches der Gymnasialklassen, der ihm um 8 Jahre im Alter voraus war, später als Lehrer der alten Sprachen und Germanist wirkte und bis zu seinem Tode vor 10 Jahren ROSENBERGS liebster Freund geblieben ist. Ihm verdankt er, daß er Zugang gefunden hat zu einem jenseits der Willensbestrebungen gelegenen Reich, wohin er sich zur Erholung zurückziehen konnte, um Auge und Ohr und Phantasie mit ewiger Schönheit zu erfüllen.

Im Juni 1879 bestand ROSENBERG die Maturitätsprüfung mit recht befriedigendem Erfolge. Nun wollte er Lehrer der Mathematik und Physik werden, ein Ziel, das ihm schon seit der Mitte seiner Gymnasialzeit vorgeschwebt hatte. Die Aussichten, in diesem Berufe möglichst bald zu einem ausreichenden Einkommen zu gelangen, waren freilich ganz besonders ungünstig. Aber der willensstarke Jüngling hoffte,

sich durch Privatunterricht die Mittel zum Studium erwerben zu können und darüber hinaus es sogar noch möglich zu machen, der lieben Mutter eine sichere Stütze zu werden. Daß es ihm später vergönnt war, seine Sohnespflicht vollauf zu erfüllen, wurde für ihn eine Quelle der schönsten Freude. Um weiterhin seine Fachstudien nicht unterbrechen zu müssen, meldete er sich sofort nach der Reifeprüfung zur Ableistung seiner Militärflicht. 1879/80 diente er als Einjährig-Freiwilliger bei der Artillerie und wurde nach sehr gut bestandener Offizierprüfung Weihnachten 1880 zum Leutnant der Reserve befördert. Er blieb bis zu seinem 42. Lebensjahre Reserveoffizier.

Der Militärzeit folgte das Hochschulstudium an der Universität Graz. JOHANNES FRISCHAUF und VICTOR v. DANTSCHER, gleich hervorragend als Forscher wie als Lehrer auf dem Gebiete der Mathematik, boten ihrer damals kleinen Zahl von Hörern reiche Gelegenheit, Tüchtiges zu lernen. Besonders günstig lagen in dieser Zeit die Verhältnisse in Graz für die Studierenden der Physik. Das neue Physikalische Institut der Universität war nach den Plänen von AUGUST TOEPLER erbaut worden. TOEPLER verließ Graz noch vor der Eröffnung des Hauses, und sein Nachfolger wurde LUDWIG BOLTZMANN. Von ihm wurde ROSENBERG in die Experimentalphysik eingeführt. Obwohl BOLTZMANNs einleitende Vorlesung für die Bedürfnisse der Mediziner und Pharmazeuten berechnet war, hat sie doch den stärksten Einfluß auf ROSENBERG ausgeübt. Er ist noch heute begeistert von BOLTZMANNs Kunst in der didaktischen Erarbeitung und Darstellung des Lehrstoffs, sowie von seinem unübertrefflichen Geschick in der Auswahl, Durchführung und Verwertung des Experiments. Die Fortschritte, die um diese Zeit besonders das Gebiet der Elektrizitätslehre zu verzeichnen hatte, vermittelte den Studierenden in seinen inhaltreichen und sorgsam vorbereiteten Vorträgen ALBERT v. ETTINGHAUSEN, dessen 80. Geburtstag kürzlich in Graz gefeiert worden ist. Theoretische Physik lehrte HEINRICH STREINTZ, ein Schüler von R. G. KIRCHHOFF, H. HELMHOLTZ und A. KUNDT; ROSENBERG rühmt die Klarheit seiner Vorlesungen, die auch viel angewandte Mathematik boten. Gegen Ende der Studienzeit hörte ROSENBERG noch IGNAZ KLEMENČIČ, der sich in Graz habilitiert hatte, seinen Lehrer BOLTZMANN durch Ergänzungsvorlesungen unterstützte und später als Ordinarius in Innsbruck bis zu seinem Tode wirkte.

Von solchen Lehrern gefördert, nahm ROSENBERG sein Studium sehr ernst. Er selbst schreibt die erreichten Erfolge seinem Glück zu, und in tiefer Bescheidenheit erkennt er nur die Verpflichtung an, der Alma mater in Graz höchste Dankbarkeit zu bewahren. Aber zweifellos war ROSENBERG schon in jungen Jahren eine zielbewußte Persönlichkeit; mit zäher Beharrlichkeit verfolgte er den Plan, den er sich selbst für sein Leben gesetzt hatte. Die trostlosen Aussichten für das Unterkommen im Lehramt wiesen ihm den Weg, ein hervorragendes Prüfungszeugnis zu erwerben, wodurch ihm der Aufstieg erleichtert werden könnte. Als ihm die Prüfungskommission für das Lehramt an Gymnasien und Realschulen in Graz am 19. Juni 1885 die Befähigung zuerkannte, Mathematik und Physik in allen Klassen des Gymnasiums zu lehren, wurde dies in einem glänzenden Zeugnis bescheinigt. Die mit dem Urteil „ausgezeichnet“ versehene mathematische Prüfungsarbeit: „Eine Figur auf einer krummen Fläche soll auf einer andern krummen Fläche in den kleinsten Teilen ähnlich abgebildet werden. Anwendung für die wichtigsten Kartenprojektionen“ wurde als Dissertation zugelassen, und nach vorzüglichem Ausfall der beiden Rigorosen erfolgte am 23. Juni 1885 ROSENBERGs Promotion zum Dr. phil.

Das Probejahr leistete ROSENBERG an dem damaligen 2. Staatsgymnasium in Graz ab. Der eben an diese Anstalt berufene Professor JULIUS BIBERLE, ein hervorragender Fachmann auf dem Gebiete des mathematischen Schulunterrichts, führte ihn in die Lehrpraxis ein und übertrug ihm die Vorbereitung und Ausführung seiner physikalischen Schulversuche. Hier kam ROSENBERG sehr zu statten, daß er von Jugend auf ein eifriger „Bastler“ gewesen war, der nicht nur zahlreiche Apparate selbst gebaut, sondern auch schon auf dem Gymnasium und noch eingehender später auf der

Universität sich mit der Technik des Experimentierens beschäftigt hatte. Als sehr nützliches Hilfsmittel erwies sich ihm die „Physikalische Technik“ von J. FRICK, die er ständig zu Rate zog. Nach Ablauf des Probejahres erhielt er ein glänzendes Verwendungszeugnis, das sein weiteres Fortkommen vielfach gefördert hat.

Als Probekandidat hatte ROSENBERG im Hause des damaligen Statthalters von Steiermark Frhr. v. KÜBECK Privatunterricht übernommen. Diese Tätigkeit und andere Nachhilfestunden sicherten ihm ein bescheidenes Einkommen, mit dem er, von der Mutter betreut, in Graz seine Existenz bestreiten konnte. Daher meldete er sich am Ende des Schuljahres 1886 noch nicht zur Verwendung im Schuldienste, sondern behielt bis zur Reifeprüfung seines Privatschülers den Nachhilfeunterricht ein Jahr lang bei. Die für ihn freien Vormittage nutzte er durch den Besuch von Vorlesungen und konstruktiven Übungen in der darstellenden Geometrie bei Prof. KARL PELZ an der Technischen Hochschule in Graz aus. Sein Lehrer konnte ihm ein vorzügliches Zeugnis über diese Studienzeit erteilen. ROSENBERG ist die hier erworbene Fertigkeit im Zeichnen insofern sehr zustatten gekommen, als er bei der Abfassung seiner Lehrbücher die Abbildungen selbst anfertigen konnte.

Mitte 1887 bewarb er sich um Anstellung. Die Verhältnisse lagen so schlimm, daß er hoffnungslos aus Wien zurückkehrte und sogar daran dachte, den Lehrerberuf aufzugeben und sich der praktischen Elektrotechnik zuzuwenden. Da erfuhr er während der Sommerferien von der Ausschreibung einer provisorischen Lehrstelle für Mathematik an dem Offizierstöcher-Erziehungsinstitut zu Hernals bei Wien. Seine durch die erlangten Befähigungszeugnisse wirksam unterstützten Bemühungen um diesen Posten hatten den Erfolg, daß er zum 1. September 1887 dorthin berufen wurde. Ein Jahr später wurde er Professor, also definitiver Hauptlehrer.

In Hernals war ROSENBERG 12 Jahre tätig, und ihm selbst gilt diese Zeit als die schönste und glücklichste seines Lebens. Der Unterricht in Mathematik, Physik und Chemie, der im letzten Jahre durch die Ernennung zum pädagogischen Beirat der Obervorsteherin noch auf Pädagogik ausgedehnt wurde, bot ihm ein reiches Feld für eigene Betätigung; er lebte in äußerst wohlthuenden amtlichen Verhältnissen, und seine Schülerinnen waren für den neue Wege weisenden Lehrer begeistert. Für das Institut arbeiteten ein Tischler, ein Schlosser und ein zugleich zu Laborantendiensten verpflichteter Feinmechaniker. Wer ROSENBERGS Lebensarbeit kennt, muß zwangsläufig schließen, daß er solche Kräfte nutzbar zu machen wußte. Er entwarf unermüdet eigene Versuchsanordnungen und ließ die zugehörigen neuen Apparate im Hause selbst bauen. Die schon reichhaltige Sammlung des Instituts wurde dadurch nicht nur wertvoller, sondern erhielt auch die persönliche Note des mit den Vorrichtungen hantierenden Meisters.

In Hernals gründete der Siebenundzwanzigjährige sich seinen eigenen Hausstand. Er führte Elise Lenk heim, Tochter eines damals bereits verstorbenen Landesoberingenieurs, die mit ihm entfernt verwandt war. Bis heute hat er mit der lieben Gattin zusammengelebt in Freude und Leid, und er ist sich dankbar bewußt des Sonnenscheins, den sie über sein Leben gebreitet hat. In dieser Ehe ist eine Tochter geboren.

In die Hernalser Zeit fällt der Beginn der literarischen Tätigkeit ROSENBERGS. Außer kleineren Aufsätzen und Abhandlungen entstanden 1896 die Aufgabensammlungen zur Arithmetik und Algebra, sowie zur Planimetrie und Stereometrie. Die 12. bzw. 10. Auflage dieser Bücher hat erst kürzlich eine Neugestaltung und Verbesserung erfahren. Im Anschluß an die mit J. M. HINTERWALDNER zusammen besorgte Bearbeitung von SWOBODA-MAYERS Naturlehre verfaßte ROSENBERG als eine Art experimentelle Ergänzung sein Experimentierbuch für den Elementarunterricht in der Naturlehre. Dieses jetzt allgemein bekannte zweibändige Werk erschien zuerst in 3 Heften zu je etwa 100 Seiten, die in unserer Zeitschrift 12, S. 51 (1899); 13, S. 53 (1900); 14, S. 119 (1901) besprochen sind. Mit herzlicher Freude erinnere ich mich, wie HERMANN

HAHN und ich in unsern Experimentierkursen am Dorotheenstädtischen Realgymnasium in Berlin die ROSENBERG'schen Hefte unmittelbar nach ihrer Vollendung durcharbeiteten. Wir dürften die Berliner Wegbereiter des heute überall verbreiteten, umfassenden Werkes gewesen sein.

Im Mai 1893 wurde ROSENBERG zum Mitgliede der Prüfungskommission für Volks- und Bürgerschulen ernannt. Dieses Amt bekleidete er bis zum Schlusse des Schuljahres 1905. Der Wunsch, die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer in ausgedehnterem Umfange zu lehren, als dies am Hernalser Institut möglich war, führte zur Bewerbung um eine Stelle an einer Wiener Mittelschule. Mit Beginn des Schuljahres 1899/00 kam ROSENBERG an die Staatsrealschule im VI. Wiener Bezirk. Aus Anlaß seines Übertritts in den Zivildienst wurde ihm das goldene Verdienstkreuz mit der Krone verliehen.

In Wien war der Regierungsrat JOHANN DECHANT Direktor des neu berufenen Realschulprofessors, ein sehr tüchtiger Physiklehrer, der in den Jahrgängen 6, 7, 14, 17, 19, 20 und 21 unserer Zeitschrift Beiträge zur Optik, Elektrizität und zum Magnetismus geliefert hat. Die Arbeitsgemeinschaft beider Fachgenossen kam nicht nur ihrer Schule zugute, sondern war auch für die Entwicklung der Unterrichtsversuche in Physik und Chemie erfolgreich. Jetzt begann ROSENBERG mit der Herausgabe seiner Lehrbücher der Physik. Nach Erscheinen des dreiteiligen Lehrbuches der Physik für Mädchenlyzeen verfaßte er auf Anregung des ihm vorgesetzten Landesschulinspektors Hofrat Dr. FERDINAND MAURER und des Referenten im Unterrichtsministerium Hofrat Dr. JOHANN HUEMER die Lehrbücher der Physik für die unteren und für die oberen Klassen der Mittelschulen; hiervon erschienen bald Bearbeitungen für die höheren Schulen des Deutschen Reiches, die weite Verbreitung gefunden haben. Das in unermüdlicher Arbeit Geschaffene schlug so ein, daß ROSENBERG mit Befriedigung auf sein Werk blicken konnte. Er gehört zu den gegenwärtig immer seltener werdenden Naturen, die uneigenützig wirken und ihr volles Genügen darin empfinden, daß „in der Mühe selbst der Mühe Labung gegeben“ ist.

1903 berief ihn der Wiener Bürgermeister Dr. KARL LUEGER als Dozenten der Physik an das Pädagogium der Stadt Wien, eine viel besuchte Lehrer-Fortbildungsanstalt von hervorragendem Rufe, wo bedeutende Schulmänner wie DITTES, WILLMANN und HANNACK gewirkt hatten. Den bereits im Amte stehenden Lehrern und Lehrerinnen an den Wiener Volks- und Bürgerschulen Physik und Chemie vorzutragen, war eine Aufgabe, für die ROSENBERG geradezu vorherbestimmt erscheinen mußte. Unablässig arbeitete er in der physikalischen Sammlung des Pädagogiums, und so mancher Apparat wurde ersonnen, selbst angefertigt und vor den über diese neuartigen Darbietungen begeisterten Hörern ausprobt. 1904 erhielt er die provisorische Leitung der Anstalt und den Auftrag, einen Plan zu ihrer Reorganisation aufzustellen. Das vielseitige Schaffen unter rücksichtsloser Einsetzung aller Kräfte fand aber nicht die Anerkennung, daß man ihn zum endgültigen Leiter des Pädagogiums ernannt hätte, sondern die Stelle wurde anders besetzt. ROSENBERG kehrte zu seiner Lehrtätigkeit an der Staatsrealschule zurück, wo er auch in der Zwischenzeit noch in geringem Umfang unterrichtet hatte. Seine Laufbahn schien abgeschlossen. Da griff das österreichische Unterrichtsministerium ein, und Dr. J. HUEMER bot ROSENBERG den Posten eines Landesschulinspektors für die Mittelschulen in Steiermark und Kärnten an mit dem Amtssitz in Graz. Der Mann der Tat, dem der Umgang mit lebendigen Menschen ein Daseinsbedürfnis war, sollte hauptsächlich Akten wälzen? Allerdings kam er in seine Vaterstadt zurück, wo er seine Jugend zugebracht und studiert hatte. Er nahm an. Am 1. April 1906 begann die Verwaltungstätigkeit, die er sehr schnell beherrschte und 21 Jahre lang ausüben konnte. Zu den ihm zugewiesenen Anstalten gehörte die Steiermärkische Landesoberrealschule in Graz, wo Professor ALBIN LESKY Experimentalunterricht erteilte, ein jüngerer Kollege aus ROSENBERG's Hochschulzeit, der später Direktor der I. Staatsrealschule in Graz wurde. Mit ihm vereinigte sich

ROSENBERG zu gemeinsamen praktischen Arbeiten in der überaus reichhaltigen Schulsammlung für Physik. Jeder Sonn- und Feiertag fand die beiden versuchsfreudigen Fachgenossen bei fröhlichem Basteln. Die späteren Auflagen des immer reichhaltiger gestalteten Experimentierbuches enthalten viele Ergebnisse dieser Tätigkeit. Sie bildete für ROSENBERG ein höchst wertvolles Nebengeleise zu seinem oft recht schwierigen und verdrießlichen Amt als Landesschulinspektor. Daß er aber auch in diesem mit aller Hingebung zu wirken und sich die vollste Zufriedenheit seiner Vorgesetzten zu erwerben verstand, geht daraus hervor, daß ihm am 14. Juni 1912 der Orden der eisernen Krone III. Klasse verliehen wurde.

Mit Beginn des Schuljahres 1913/14 richtete der Direktor des Physikalischen Instituts in Graz Prof. Dr. HANS BENNDORF ein Praktikum für Schulphysik ein, um den Studierenden schon auf der Hochschule Gelegenheit zu geben zur Aneignung der in der Lehramtsprüfung geforderten „eingehenden Kenntnisse des Gebrauches und der Konservierung der Apparate und der besten Methoden der Demonstration“. Mit der Leitung des Praktikums wurde ROSENBERG betraut, und in Würdigung dieser noch heute ausgeübten Tätigkeit erhielt er am 23. September 1921 den Titel eines ordentlichen Universitätsprofessors und die Ernennung zum Hofrat ad personam. Durch Titel und Charakter eines Hofrates war er schon am 16. August 1917 ausgezeichnet worden.

Als im Oktober 1887 die Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht erschien, hatte ROSENBERG eben sein Amt in Hernalts angetreten. POSKES Unternehmen kam seinen eigenen Neigungen in glücklichster Weise entgegen. Noch heute erinnert sich ROSENBERG gern jener Zeit, wo er und mancher andere junge Physiker in Wien das nächste Heft mit Spannung erwartete. Mit dem im 9. Jahrgange abgedruckten Beiträge „Ein Apparat zur Veranschaulichung der magnetischen Inklination“ trat er 1896 in den Kreis der Mitarbeiter der Zeitschrift ein. Seit dem 36. Jahrgange ist ROSENBERG Mitherausgeber. POSKE forderte ihn auf, als Nachfolger von A. HÖFLER mit Beginn des Jahres 1923 in die Schriftleitung einzutreten, um „dadurch die bisher gepflegte Geistes- und Arbeitsgemeinschaft zwischen Deutschland und Österreich auf dem Gebiete unserer Unterrichtsfächer von neuem zu bekräftigen“. Wie so oft, hat FRIEDRICH POSKE auch hierin eine sehr glückliche Hand gezeigt.

Mit seinem Amte war aber die öffentliche Tätigkeit ROSENBERGS in Graz keineswegs erschöpft. 16 Jahre lang war er Vorstand des Klubs der Amateurphotographen, der ihn bei seinem Rücktritt zum Ehrenvorstand ernannte. Bei Gründung des Volkshausbildungshauses „Grazer Urania“ im Jahre 1919 wurde ROSENBERG zum Referenten für die naturwissenschaftlichen Fächer und zum ersten Vizepräsidenten gewählt. Seit Ende 1921 bekleidet er das Ehrenamt eines Präsidenten der Grazer Urania, und seit 1926 ist er Präsident des Österreichischen Uraniaverbandes, in dem rund 60 Uraniavereine zusammengeschlossen sind.

Die hervorragenden Verdienste, die ROSENBERG sich als Landesschulinspektor erworben hatte — zahlreiche Neuerrichtungen und Ausgestaltungen von steierischen Mittelschulen fallen in seine Amtszeit —, wurden bei der Versetzung in den Ruhestand dadurch anerkannt, daß er am 5. September 1925 das goldene Ehrenzeichen für Verdienste um die Republik Österreich erhielt, und bei seiner Enthebung vom Dienste eines Landesschulinspektors sprach ihm der Ministerrat am 9. Dezember 1927 den Dank und die Anerkennung der Bundesregierung für sein sehr verdienstvolles Wirken aus.

Daß der Siebzigjährige auf ein überreich von Mühe und Arbeit erfülltes Leben zurückblicken darf, zeigt das folgende Verzeichnis seiner sämtlichen Veröffentlichungen:

I. Bücher¹: 1. Methodisch geordnete Sammlung von Aufgaben aus der Arithmetik und Algebra für Lehrer- und Lehrerinnen-Bildungsanstalten sowie für andere gleichgestellte Lehr-

¹ Nr. 1 bis 5, 8 bis 10 im Verlage von Hölder-Pichler-Tempsky A. G., Wien, Nr. 6 und 7 bei Freytag, Leipzig, Nr. 11 im Verlage von A. Pichlers Witwe & Sohn, Wien, Nr. 12 im Selbstverlage, Nr. 13 und 14 im Österr. Bundesverlag in Wien. — Sämtliche Lehrbücher wurden behördlich zulässig erklärt.

anstannten. 12. neubearbeitete Auflage, 1928. 270 S. (Die erste Auflage erschien 1896.) — 2. Methodisch geordnete Sammlung von Aufgaben aus der Planimetrie, Stereometrie und Trigonometrie für Lehrer- und Lehrerinnen-Bildungsanstalten sowie für andere gleichgestellte Lehranstalten. 10. neubearbeitete Auflage. 1930. 246 S. mit 115 Fig. (Die erste Auflage erschien 1896.) — 3. Lehrbuch der Physik für Mädchenlyzeen. In 3 Teilen. Zus. 235 S. mit 268 Abb. I. Teil. 3. Aufl. 1911. — II. Teil. 2. Aufl. 1908. — III. Teil. 2. Aufl. 1910. — 4. Lehrbuch der Physik für die unteren Klassen der Mittelschulen und verwandter Lehranstalten. 13. neubearbeitete Auflage. 1930. 218 S. mit 357 Abb. (zum Teil in Farben) und einer farbigen Tafel. (Die erste Auflage erschien 1905.) — 5. Lehrbuch der Physik für die oberen Klassen der Mittelschulen und verwandter Lehranstalten. II. verbesserte Auflage. 1927. 426 S. mit 639 Abb., drei schwarzen Tafeln und einer farbigen Spektraltafel. (Die erste Auflage erschien 1903.) — 6. Unterstufe der Physik für die höheren Schulen. 13. Aufl. 1930. 221 S. mit 345 zum Teil farbig ausgeführten Abbildungen und einer farbigen Tafel. — 7. Lehrbuch der Physik für die oberen Klassen der höheren Schulen. 10. verbesserte Aufl., 1926. 425 S. mit 639 Abb., drei schwarzen Tafeln und einer farbigen Spektraltafel. (Die Lehrbücher 6 und 7 stehen an zahlreichen höheren Lehranstalten des Deutschen Reiches und der Schweiz in Verwendung.) — 8. Experimentierbuch für den Unterricht in der Naturlehre. In zwei Bänden. I. Band. 5. Aufl. 1929. 545 S. mit über 400 Abb. — II. Band. 4. Aufl. 1924. 629 S. mit über 600 Abb. (Die erste Auflage des Werkes erschien in drei Teilen 1898—1900.) — 9. SWOBODA-MAYERS Naturlehre für Bürgerschulen. Nach dem Tode der Verfasser zuletzt bearbeitet in Gemeinschaft mit FRANZ TREMMEL. In drei konzentrischen Lehrstufen. I. Teil. 21. Aufl. 1926. 93 S. mit 138 Abb. — II. Teil. 16. Aufl. 1927. 133 S. mit 146 Abb. — III. Teil. 12. Aufl. 1919. 135 S. mit 117 Abb. und einer farbigen Nährwerttafel. — 10. Naturlehre für Hauptschulen. In drei Teilen. Bearbeitet in Gemeinschaft mit Studienrat Dr. RICHARD LEITINGER. I. Teil. 2. Aufl. 1930. 98 S. mit 1 Titelbilde und 154 Abb. — II. Teil. 2. Aufl. 1930. 148 S. mit 1 Titelbilde, 179 Abb. und einer Farbentafel. — III. Teil. 1930. 123 S. mit 1 Titelbilde, 119 Abb. und einer farbigen Tafel. — 11. Die Projektionsapparate, Laternbilder und Projektionsversuche in ihren Verwendungen im Unterrichte. In Gemeinschaft mit weil. Dr. KARL HASSACK. 1907. 336 S. mit 308 Abb. — 12. Die k. und k. Offizierstöchter-Erziehungsinstitute in Wort und Bild. 4^o, II und 7 S., 22 Lichtdrucktafeln mit 119 Bildern und photographischen Originalaufnahmen des Verfassers, 1897. — 13. Unterhaltendes aus der Mathematik. (Deutsche Hausbücherei, Nr. 130.) 84 S. mit 19 Abb. 1924. — 14. Das Rätsel der Cheopspyramide. (Ebenda, Nr. 154.) 86 S. mit einem Titelbild und 21 Abb. 1925. — Außerdem sind unter ROSENBERGS Mitwirkung dessen Lehrbücher in besonderen Ausgaben erschienen, und zwar unter anderem: Für Lyzeen und verwandte Anstalten auf Grund der preußischen Lehrpläne bearbeitet von Studienrat ADOLF DORNER in Spandau. I. Heft. 4. Aufl. 119 S. mit 161 Abb. und einem Titelbilde 1930. — 2. Heft. 3. Aufl. 141 S. mit 180 zum Teil farbigen Abbildungen und einer Farbentafel 1930. — Für Oberlyzeen und Studienanstalten von Oberl. Dr. RICHARD REINICKE.

II. Aufsätze und Abhandlungen in Zeitschriften: 1. Über den mathematischen Unterricht an Lehrer- und Lehrerinnenbildungsanstalten. M. 1891. 7 S. — 2. Das einfachste Verfahren, um die Größe der von einer bestimmten Höhe überblickten Fläche zu berechnen. Zeitschrift für Schulgeographie, 1893. 4 S. und 1 Fig. — 3. Zur methodischen Behandlung der Lehre von den Kegelschnitten. M. 1893. 7 S. mit 1 Tafel. — 4. Die Schnittkurven einer Ebene mit einem Rotationskegel. Programmaufsatz 1893. 4 S. mit 1 Tafel. — 5. Geometrische Ableitungen für den Tangentensatz und die Halbwinkelsätze der ebenen Trigonometrie. R. 22, 1897. 3 S. mit 2 Fig. — 6. Ein Lehrmittel zum Kapitel der Wärmestrahlung. Per. Bl. 1895. 4 S. mit 1 Fig. — 7. Ein Schulelektroskop. — Ein einfacher Apparat für Mikrophotographie. V. 1896. 4 S. mit 3 Fig. — 8. Über einen Apparat zum Nachweise der Gesetze des schiefen Wurfes. V. 1897. 2 S. mit 2 Fig. — 9. Ein Apparat zur Veranschaulichung der magnetischen Inklination. P. Z. 1896. 1 S. mit 1 Fig. — 10. Zur Behandlung der magnetischen Deklination im Unterrichte. Per. Bl. 1896. 1 S. mit 1 Fig. — 11. Zur methodischen Behandlung der abgekürzten Multiplikation und Division. Per. Bl. 1897. 6 S. — 12. Versuche mit Pyrophoren. Per. Bl. 1897. 2 S. — 13. Versuche nach der Schlierenmethode. Per. Bl. 1898. 3 S. — 14. Schulversuche. (Drei Versuche mit einem Lampenzylinder. — Ein Versuch mit dem Kartesischen Taucher. — Der einfachste Versuch über die Diffusion der Gase.) Per. Bl. 1901. 2 S. — 15. Über Windkessel an Pumpen. Per. Bl. 1902. 3 S. mit 2 Fig. — 16. Ein einfacher Apparat zur Lehre von der Reflexion des Lichtes. V. 1899. 4 S. mit 7 Fig. — 17. Das VOLKMANNsche Geradsichtprisma. — Versuche mit Papierpendelelektroskopen. V. 1903. 3 S. mit 3 Fig. — 18. Ein Hohlspiegelversuch. — Ein Versuch mit der Leidenerbatterie. P. Z. 1900. 3 S. mit 1 Fig. — 19. Einfache Demonstrationswaage für physikalische und chemische

¹ Abkürzungen: P. Z. Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht. (Berlin, Julius Springer.) — V. Vierteljahrsberichte des Wiener Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts. — Per. Bl. Periodische Blätter für Realienunterricht und Lehrmittelwesen. — R. Zeitschrift für das österr. Realschulwesen. — M. Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Lehrerbildung. — G. „Gaudeamus“. Jugendzeitschrift.

Experimente an Mittelschulen, Bürgerschulen usw. V. 1905. 3 S. — 20. Schulversuche mit einfachen Mitteln. V. 1905. 11 S. mit 9 Fig. — 21. Ein Zeitmesser für den physikalischen Unterricht. V. 1905. 5 S. mit 2 Fig. — 22. Zum Kapitel vom horizontalen Wurf. R. 33, 1908. 2 S. mit 1 Fig. — 23. Eine Konstruktionsaufgabe über das Quadrat. Per. Bl. 1908. 3 S. mit 5 Fig. — 24. Zum Kapitel vom horizontalen Wurf. Österr. Zeitschrift für Lehrerbildung, I. 2 S. mit 2 Fig. — 25. Über stereoskopische Projektion. V. 1911. 2 S. — 26. Sonnenarbeit. Eine naturwissenschaftliche Plauderei. G. 3. 4^o, 7 S. — 27. Über hohe Temperaturen. G. 3. 4^o, 3 S. — 28. Ein interessantes Zahlenquadrat. G. 3. 4^o, 1 S. — 29. Die Berufswahl. G. 3 und 4. 4^o, 9 S. — 30. Nur eine Million! G. 4. 4^o, 4 S. — 31. Etwas für die jungen Touristen. G. 5. 4^o, 2 S. — 32. Knotenexperimente. G. 5. 4^o, 1 S. — 33. Beiträge zur Stereoskopie und zur stereoskopischen Projektion. 44 S. mit 20 Abb. Wien und Leipzig: A. Hölder 1912. — 34. Über die paradoxe Parallaxe bei Anaglyphen. (Eders Jahrbuch der Photographie, 1912.) 3 S. — 35. Über stereoskopische Aufnahmen in natürlicher Größe. (Ebenda.) 5 S. mit 3 Fig. — 36. Über stereoskopische Projektion. (Photographische Korrespondenz, 1912.) 4 S. — 37. Gedanken und Erfahrungen zur praktischen Ausbildung der Lehramtskandidaten für Physik. Zeitschrift für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Leipzig: Teubner 1916. 15 S. — 38. Einfache Versuche mit schallempfindlichen Gasflammen. P. Z. 29, 1916. 12 $\frac{1}{2}$ S. mit 13 Fig. — 39. Versuche mit verbesserten Gabelelektroskopen. P. Z. 29, 1916. 15 S. mit 16 Fig. — 40. Bemerkungen zu dem Versuche über die Vereinigung der Spektralfarben. P. Z. 30, 1917. 5 S. mit 2 Fig. — 41. Über eine einfache Versuchsanordnung zur Beugung des Lichtes, Dunkelfeldbeleuchtung und Schlierenbeobachtung. P. Z. 31, 1918. 8 S. mit 13 Fig. — 42. Zum experimentellen Nachweis des Archimedischen Gesetzes. P. Z. 31, 1918. 2 S. mit 1 Fig. — 43. Zur Strömung der Elektrizität in Halbleitern. P. Z. 31, 1918. 5 S. — 44. Zur Abschaffung der schriftlichen Reifeprüfungsarbeit aus der Mathematik. Zeitschrift für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Leipzig: Teubner 1919. 2 S. — 45. Zur Didaktik des physikalischen Schulexperimentes. (Erschienen in der „MARTINAK-Festschrift“. Prag: Haase 1919.) 8 S. — 46. Zur Frage der physikalischen Schülerübungen. R. 1920. 11 S. — 47. Über einige einfache physikalische Schulversuche. P. Z. 33, 1920. 6 $\frac{1}{2}$ S. mit 6 Fig. — 48. Über eine Gesichtstäuschung. P. Z. 37, 1924. 4 S. mit 6 Abb. — 49. Einige Winke zur photographischen Praxis. Jahrbuch 1920 des Steierm. Gebirgsvereines. 8 S. — 50. Ein einfacher Apparat zur Erzeugung großer Wirbelringe. P. Z. 34, 1921. 3 S. mit 2 Fig. — 51. Ein Vorlesungsversuch über das Wärmeleitungsvermögen des Wassers. P. Z. 34, 1921. 1 $\frac{1}{2}$ S. mit 1 Fig. — 52. Das Schulexperiment. (Führer für Volksbildner, Heft 2. Österr. Schulbucherverlag.) 38 S. mit 6 Abb. — 53. Eine einfache Versuchsanordnung für die Zusammensetzung gleichstimmiger paralleler Kräfte. Zeitschrift für Lehrmittelwesen und pädagogische Literatur, 1919. 2 S. — 54. Zum Unterricht in der Elektrizitätslehre. P. Z. 36, 1923. 6 S. — 55. Ausbreitung von Ölhäuten auf Wasser. P. Z. 36, 1923. 2 S. — 56. Was unsere Jugend vom Projektionsapparate wissen sollte. Zeitschrift „Die Quelle“. Wien: Deutscher Verlag für Jugend und Volk, Jahrgang 1924, Heft 6. 6 S. — 57. Lustige Mathematik. Alpenländische Monatshefte, Jahrgang 1925/26. 2 $\frac{1}{2}$ S. — 58. „Wohltätig ist des Feuers Macht.“ Eine naturwissenschaftliche Plauderei. Ebenda, Jahrgang 1926/27. 8 $\frac{1}{2}$ S. — 59. Ein Kartenkunststück auf mathematischer Grundlage. Ebenda, Jahrgang 1927/28. 1 $\frac{1}{2}$ S. — 60. Noch ein Kartenkunststück auf mathematischer Grundlage. I—III. Ebenda, Jahrgang 1927/28. 5 S. — 61. Von der Burgdorfer Urania und von ihrem Stifter. Ebenda, Jahrgang 1928/29. 2 $\frac{1}{2}$ S. — 62. Etwas von Glücksspielen und vom Gewinnen. Ebenda, Jahrgang 1929/30. 5 $\frac{1}{2}$ S. — 63. Ein magisches Quadrat mit Spielkarten. Ebenda, Jahrgang 1930/31. 2 S.

III. Verschiedenes: Zahlreiche Vorträge, meist aus dem Gebiete der Experimentalphysik, gehalten bei wissenschaftlichen Tagungen, in naturwissenschaftlichen Vereinen, in der Wiener und Grazer Urania usw. Hunderte von Feuilletons, Besprechungen und Anzeigen naturwissenschaftlicher und mathematischer Werke in verschiedenen Tagesblättern und Zeitschriften, besonders im „Pädagogischen Jahresbericht“ (Leipzig: Brandstetter, später Brandstetter und Teubner), dessen Abteilung „Physik und Chemie“ durch viele Jahre von K. ROSENBERG redigiert wurde.

SCHILLER, dessen Manen L. BOLTZMANN 1906 seine populären Schriften gewidmet hat, spricht in seinem letzten Lebensjahrzent einmal aus, daß er jetzt „eine Leidenschaft zu stiller Freude“ habe. Solche Leidenschaft zu stiller Freude besitzt auch ROSENBERG. Ihn hat es niemals in die geräuschvolle Welt gezogen. Er weiß sein Leben reich erfüllt durch seine wissenschaftliche Arbeit, seine sonnige, von 3 Enkelkindern verjüngte Häuslichkeit, sein herzliches Verhältnis zu den ihm immer neue Anregungen bringenden Freunden und Schülern. Seine Begeisterung für den Lehrberuf hat er sich allezeit bewahrt, und müßte er heute wählen, so bliebe er dieser ersten Liebe treu. Auch ihm wogte das Leben auf und nieder, aber dankbar erkennt er an, daß ihm

mehr Freude als Schmerz vergönnt war. Ein gütiges Geschick hat ihn mit fröhlichem Humor ausgestattet. Gewiß wird er in seiner großen Bescheidenheit und Zurückhaltung der POSKESchen Zeitschrift zunächst gram sein, weil sie sein Jubiläum der Öffentlichkeit preisgegeben hat; aber in seiner gerechten Sinnesart wird er doch auch den Mitarbeitern und Freunden ein Recht darauf zugestehen zu sagen, daß weite Kreise KARL ROSENBERG an seinem 70. Geburtstage noch viele sonnenbeglänzte Tage in manchem Lebensjahre wünschen.

H. Matthée.

Einfache Kapillaritätsmessungen¹.

Von E. Hiedemann in Köln.

In einer früheren Veröffentlichung (siehe 44, 1; 1931), ist über die wichtigsten Methoden zur Messung der Oberflächenspannung berichtet, die in jedem physikalischen Anfängerpraktikum durchgeführt werden sollten und jetzt schon vielfach ausgeführt werden. Hier sollen nun Methoden dargelegt werden, die in den physikalischen Praktika weniger üblich sind und sich ebenfalls mit einfachen Mitteln, mit geringen Ansprüchen an Geschicklichkeit, aber mit großer Genauigkeit ausführen lassen. Diese Methoden haben zudem erhebliche meßtechnische Bedeutung.

Zuerst sei die Methode der Bestimmung des Maximumdruckes dargestellt. Diese von M. SIMON² stammende, von CANTOR³ und seinen Schülern weiter entwickelte Methode der Messung des Maximaldruckes von Luftblasen, die aus einer kapillaren Öffnung in eine Flüssigkeit austreten, ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil sie praktisch bei jeder Temperatur benutzt werden kann. So wurde diese Methode z. B. von F. M. JAEGER⁴ und seinen Schülern in dem Temperaturbereich von -80°C bis $+1650^{\circ}\text{C}$ verwendet. Die Methode ist daher wichtig genug, um ihre Einführung in das Praktikum erwünscht erscheinen zu lassen. Ein Hindernis ist aber die Theorie der Methode, die erst von SCHRÖDINGER⁵ exakt aufgestellt wurde. Sie ist nämlich in der strengen Form für Praktikanten nicht verständlich. Diese Schwierigkeit kann man umgehen, indem man nach dem Beispiel von EUCKEN-SUHRMANN⁶ die Versuchsbedingungen so wählt, daß man mit einer einfachen Formel auskommen kann, die sich elementar ableiten läßt. Betrachtet man eine Luftblase, die aus einer engen Kapillare in eine Flüssigkeit gepreßt wird, so steht der Scheitel der Blase unter einem Druck, der gleich ist dem hydrostatischen Druck im Scheitel vermehrt um den Kapillardruck p . Ist h die Eintauchtiefe, so kann man bei engen Röhren den hydrostatischen Druck in genügender Annäherung gleich dem hydrostatischen Druck am Rohrende setzen, also gleich $h \cdot s$, wenn s das spez. Gew. der Flüssigkeit bedeutet. Bei der SCHRÖDINGERSchen Gleichung ist so verfahren, daß ganz exakt die Eintauchtiefe in Rechnung kommt. Der Kapillardruck p , d. h. der durch die Wirkung der Oberflächenspannung erklärbarer Unterschied zwischen dem Normaldruck auf eine ebene und eine gekrümmte Fläche, läßt sich für eine einfach gekrümmte Fläche leicht elementar ableiten (siehe z. B. O. D. CHWOLSON, Lehrb. d. Phys., 2. Aufl., Bd. I., Abt. II, S. 179 ff). Bezeichnet man die Oberflächenspannung mit α , den Krümmungsradius mit r , so gilt:

$$p = \frac{2\alpha}{r} \dots \dots \dots (1)$$

Der maximale Druck p_{\max} , der angewendet werden muß, um die Luftblase aus der Kapillare mit dem Radius r austreten zu lassen, ist also gegeben durch:

¹ Zum Teil nach gemeinsamen Versuchen mit Herren cand. phil. E. KLEFISCH und H. LEMMER.

² M. SIMON (de Metz): Ann. d. Chim. et Phys. 32, 5; 1851.

³ M. CANTOR: Wied. Ann. 47, 399; 1892. — R. FEUSTEL: Ann. d. Phys. 16, 61; 1905.

⁴ F. M. JAEGER: Zeitschr. f. anorg. u. allg. Chem. 100, 1; 1917.

⁵ E. SCHRÖDINGER: Ann. d. Phys. 46, 413; 1915.

⁶ EUCKEN und SUHRMANN: Phys. Chem. Prakt. Aufg. Leipzig 1928.

$$p_{\max} = \frac{2\alpha}{r} + sh. \dots \dots \dots (2)$$

Setzt man $s \cdot \bar{h} = p_{\max} - s \cdot h$, so erhält man

$$\alpha = s \cdot \bar{h} \cdot \frac{r}{2}. \dots \dots \dots (3)$$

Diese Ableitung ist so einfach, daß sie jedem Praktikanten verständlich ist. Vergleicht man die Gleichung mit der exakten Formel von SCHRÖDINGER, nämlich:

$$\alpha = \frac{s \cdot \bar{h} \cdot r}{2} \cdot \left(1 - \frac{2}{3} \frac{r}{h} - \frac{1}{6} \frac{r^2}{h^2} \right), \dots \dots \dots (4)$$

so sieht man, daß der methodische Fehler, der durch Benutzung von Gleichung (3) statt (4) entsteht, gegeben ist durch die Größe der beiden letzten Glieder der SCHRÖDINGERschen Gleichung. Man muß also die Weite der Kapillare so wählen, daß $\frac{r}{h}$ gegenüber 1

so klein wird, daß der durch die Vernachlässigung der letzten Glieder der Klammer entstehende methodische Fehler noch eine für Praktikumszwecke ausreichende Genauigkeit der Messung zuläßt. Nimmt man eine Kapillare von 0,3 mm Radius, so beträgt dieser Fehler z. B. für Wasser etwa 0,5 % und für Benzol etwa 1 %. Weitere Kapillaren als diese darf man also keinesfalls verwenden, wenn man mit der einfachen Formel (3) auskommen und absolute Messungen machen lassen will. Benutzt man Gleichung (3) für relative Messungen, so wird der methodische Fehler zwar kleiner, aber er bleibt bestehen. Deshalb wird man auch im physikalischen Praktikum absolute Messungen machen lassen, da der geringe Gewinn an methodischer Genauigkeit nicht den Verzicht auf absolute Messungen aufwiegen kann. Für relative Messungen gibt es zudem eine Anordnung von E. L. WARREN¹, die experimentell ganz wesentliche Vorteile hat. Die von WARREN auf reichlich primitive Weise abgeleitete Formel ist aber unrichtig, man muß vielmehr die SCHRÖDINGERsche benutzen. H. CASSEL² hat für relative Messungen ein technisches Kapillarimeter entwickelt, das für viele Zwecke verwendbar ist, dessen Benutzung aber aus didaktischen Gründen eher im physikalisch-chemischen, als im physikalischen Praktikum ratsam sein dürfte.

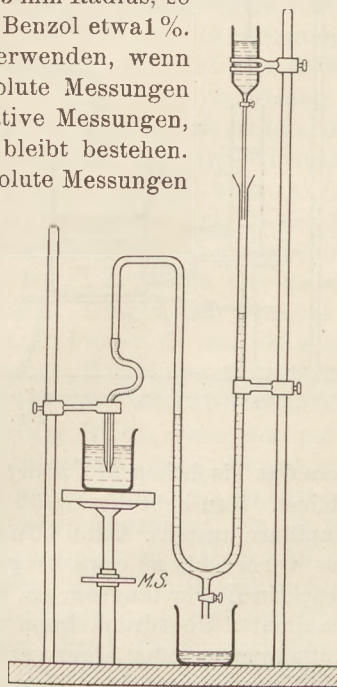


Fig. 1.

Eine sehr elegante Ausführungsform der Messung wird von EUCKEN und SUHRMANN a. a. O. beschrieben. Die Verfasser benutzen den Apparat Fig. 1. Er besteht aus einem U-Rohr, mit dessen einem Schenkel die Meßkapillare durch Schlauchverbindung verbunden ist. In den andern Schenkel kann man durch einen Tropftrichter Wasser allmählich eintropfen lassen. Außerdem ist im unteren Teil des U-Rohres ein Hahn angebracht, um dieses bequem zu entleeren. Durch Einlaufen des Wassers in den offenen Schenkel wird der Überdruck in der Kapillare erzeugt; zugleich kann der Druck an der Höhendifferenz des Wassers in den Schenkeln des U-Rohres abgelesen werden³. Für genaue Messungen ist es von Nachteil, daß die Stelle, an der die

¹ E. L. WARREN: Phil. Mag. 4, 358; 1927. ² H. CASSEL: Chem. Ztg. 1929. Nr. 49.

³ Dieser Apparat läßt sich übrigens besser noch für die Methode der Steighöhenkompensation (siehe ds. Zeitschr. 44, 9; 1931) verwenden, für die er auch ursprünglich entwickelt wurde. Die Einstellung damit ist natürlich nicht so genau und zugleich so bequem, wie bei dem FERGUSONschen Apparat, jedoch ist seine Einfachheit ein so großer Vorteil, daß er schon seit vielen Jahren in den amerikanischen Praktika gebräuchlich ist. Zweckmäßig versieht man ihn mit einer direkt abzulesenden Skala — am besten Spiegelglasskala —, welche eine für die erreichbare Einstellgenauigkeit hinreichende Ablesegenauigkeit ermöglicht.

Höhendifferenz gemessen wird, dauernd nach oben wandert, so daß Kathetometermessungen z. B. nicht möglich sind. Für das physikalische Praktikum hält der Verfasser es daher für zweckmäßiger, eine etwas umständlichere Apparatur zu verwenden, die erheblich genauere Messungen gestattet. Sie besteht (siehe Fig. 2) aus einem Niveaugefäß *N* von etwa 30 mm \varnothing und einer 3 l-Flasche (\varnothing etwa 150 mm) *L* mit unteren Tuben, die durch einen Schlauch kommunizieren. Über *N* ist ein Tropftrichter angebracht, aus dem man Wasser in *N* eintropfen lassen kann. *N* steht auf einem verstellbaren Tisch, um schnell und bequem einen Überdruck in *L* erzeugen zu können. *L* ist durch den Stopfen *ST* verschlossen, durch den ein Glasrohr führt, das über ein T-Stück erstens zu dem Manometer *M*, zweitens zu der mittels Vakuumschlauch angesetzten Meßkapillare *K*, die in einem Stativ senkrecht fest eingespannt ist, führt. Unter *K* befindet sich das Gefäß *G* mit der zu untersuchenden Flüssigkeit, das auf einem mikrometrisch in der

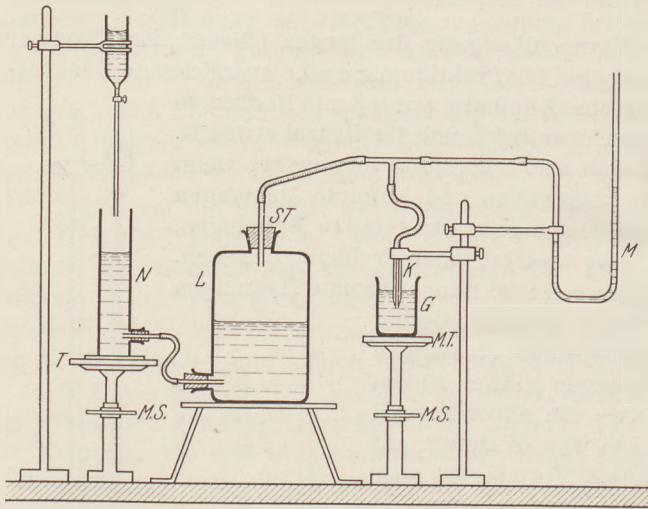


Fig. 2.

Höhe verstellbaren Tisch *MT* steht. Die Messung geht folgendermaßen vor sich. Zuerst wird der Tisch *MT* mittels der Mikrometerschraube *MS* ganz langsam so weit gehoben, bis die Kapillare das Flüssigkeitsniveau in *G* erreicht. Bei einer Meßkapillare aus Glas erkennt man diesen Moment an dem plötzlichen Hochspringen der Flüssigkeit in die Kapillare. Bei einem Röhrchen aus Metall liest man die Stellung der Mikrometerschraube ab, bei der Spitze und Spiegelbild sich gerade berühren¹. Nun kann man die Spitze bis zu der gewünschten Eintauchtiefe bringen, indem

man das Tischchen *MT* höher schraubt und die Eintauchtiefe an der Mikrometerschraube abliest. Man hebt das Gefäß *N* durch Verstellen des Tisches *T*, bis die Luft fast aus der Kapillare austritt. Dann öffnet man den Tropftrichter und läßt langsam mehr Wasser in das vorher bis zu etwa $\frac{1}{5}$ gefüllte Niveaugefäß *N* tropfen. Dadurch wächst der Überdruck in *L* sehr langsam an, bis schließlich Luftblasen aus der Kapillare austreten. Den maximalen Überdruck kann man sehr bequem an dem Manometer *M* entweder mittels Kathetometer oder einer versilberten Glasskala, die hinter *M* angebracht ist, ablesen. Die Verwendung einer Druckflasche mit großem Querschnitt hat den Vorteil, daß die Druckerhöhung durch Zutropfen sehr langsam erfolgt und dadurch viel bequemer verfolgt werden kann. Zweitens wird durch die große Wassermasse die Erschütterung, die durch das Fallen der Tropfen entsteht, so stark gedämpft, daß sie sich nicht mehr auf die Luft in *L* fortpflanzt und so ein zu frühes Austreten der Luftblasen aus der Kapillare oder Druckschwankungen im Manometer hervorbringt. Das Querschnittsverhältnis von Niveaugefäß und Druckflasche wirkt in derselben Richtung.

Mit dieser einfachen Versuchsanordnung lassen sich recht genaue Messungen erzielen; aber nur, wenn man alle im folgenden aufgeführten Maßnahmen trifft. Am wichtigsten ist natürlich Größe und Form der Kapillare. Die Weite der Kapillare ist,

¹ Es empfiehlt sich, dabei so vorzugehen, daß man genau aufpaßt, wann die Spitze gerade noch über dem Niveau ist. Dann schraubt man den Tisch um 0,01 mm höher, sieht wieder nach usw., bis nach jeweiligem Heben um 0,01 mm die Berührung stattgefunden hat. Auf diese Weise kann man die Einstellung auf 0,01 mm genau machen, wozu keine besondere Geschicklichkeit, sondern nur Geduld nötig ist.

wie bereits angedeutet wurde, nach oben hin durch den Zwang der Verwendung der einfachen Gleichung (3) begrenzt.

Die obere Grenze ist für absolute Messungen ein Kapillarenradius von 0,3 mm. (Das bedeutet für Benzol etwa 1⁰/₀, für Wasser etwa 0,4⁰/₀ Fehler.) Besonders günstig ist ein noch geringerer Radius. Bei 0,18 mm Radius und Benzol würde der Fehler nur noch 3 Promille betragen, also für Praktikumszwecke gänzlich zu vernachlässigen sein. Noch engere Radien als diesen zu wählen, ist unzweckmäßig, da dann die Länge der Kapillare sehr klein gemacht werden müßte. Bei sehr engen Kapillaren muß man nämlich den Strömungswiderstand berücksichtigen, den die Kapillare bietet und der von der Länge der Kapillare abhängt. Dies liegt offenbar daran, daß man ja nicht eine unendlich langsam austretende Luftblase beobachtet, sondern daß — vor allem in engen Kapillaren — immer mehrere Luftblasen hintereinander austreten. Je enger die Kapillare, um so kürzer muß sie gemacht werden, um den Einfluß dieser Fehlerquelle nicht zu groß werden zu lassen. Andererseits ist es bei Glaskapillaren notwendig, sie in solcher Länge zu benutzen, daß sie gerade noch größer als die Summe aus Eintauchtiefe und Steighöhe sind. (Sonst kommen nämlich die Schlauchverbindungen, die im Praktikum allein benutzt werden, mit der Flüssigkeit in Berührung, was unbedingt zu vermeiden ist.) Als Beispiel für die Wirkung des Strömungswiderstandes seien Messungen angeführt, die mit einer Kapillare von 0,181 mm Radius in Benzol ausgeführt wurden. Bei einer Länge der Kapillare von 8 cm gelang es leicht, die Drucksteigerung, d. h. die Zutropfgeschwindigkeit, so klein zu halten, daß durch den Einfluß des Strömungswiderstandes der Wert für a nur um etwa 2 Promille durchschnittlich zu hoch wurde, was bei Benutzung von Gleichung (3) statt (4) insgesamt einen um etwa 5⁰/₀ zu hohen Wert für a lieferte; also einen Fehler, der für Praktikumsmessungen nicht ins Gewicht fällt. Vorher war die gleiche Kapillare, vor allem das gleiche Kapillarenende, benutzt worden, aber bei einer Länge von 25 cm. Der maximale Druck wurde bis zu 20⁰/₀ zu hoch gemessen. Desgleichen konnten in der kürzeren Kapillare durch zu schnelles Zutropfen in N Fehler bis zu 10⁰/₀ entstehen. Am besten geeignet sind ganz kurze, in ein weites Glasrohr eingeschmelzte Platinröhrchen. Die Genauigkeit hängt durch den Strömungswiderstand also wesentlich von der Langsamkeit der Drucksteigerung ab. Sehr günstig ist es, wenn das auf N zutropfende Wasservolumen ungefähr gleich dem Volumen ist, das als Luftblase ausgepreßt wird. Bei engen Kapillaren ist das aber mit einer einfachen Anordnung nicht zu erreichen, insbesondere, wenn wirklich ein Tropfen stattfindet. Es ist fast unmöglich, den Tropfentrichter in eine so dünne Spitze auslaufen zu lassen, daß der sich an der Spitze bildende Tropfen nicht groß gegenüber dem ausgepreßten Luftvolumen wird. Man kann natürlich die Tropffläche, die zusammen mit der Oberflächenspannung des Wassers das Tropfengewicht bedingt, durch Fetten verkleinern. Aber es ist dann doch schon richtiger, das Ende der Tropffläche unter die Oberfläche des Niveaugefäßes eintauchen zu lassen. Die Zuströmungsgeschwindigkeit läßt sich dann ja durch Verbindung des Tropftrichters mit einer engen und langen Kapillare nach Belieben verringern.

Zu Beginn des Versuches erhöht man den Druck nicht durch Zutropfen, sondern dadurch, daß man das auf dem fein verstellbaren Tisch sich befindende Niveaugefäß N langsam hoch hebt, bis der Meniskus in der Meßkapillare das untere Ende der Kapillare erreicht hat. Dann schraubt man ganz langsam mit der Mikrometerschraube höher, bis die erste Blase kommt. Nach zwei bis drei Blasen muß der Austritt der Blasen aufhören, sonst ist die Steigerung des Druckes, d. h. das Heben des Niveaugefäßes, zu schnell erfolgt und ein Überdruck vorhanden. Man muß in diesem Falle erst die Drucke sich ausgleichen lassen, also warten, bis keine Blasen mehr kommen, bevor man mit dem Zutropfen (bzw. Zuströmenlassen) beginnen darf.

Die Beschaffenheit der Endfläche der Kapillare ist ebenfalls von großer Bedeutung. Die Gleichungen gelten bekanntlich für Kapillaren, die scharf zugespitzt sind und

völlig kreisförmiges Ende haben, dann aber gelten sie auch unabhängig vom Randwinkel¹. Solche Spitzen aus Glas herzustellen, ist so schwierig und zeitraubend, daß sie für Praktikumszwecke nicht in Frage kommen. Eher kann man schon Metallröhrchen verwenden, die dafür aber nicht mit einem so einwandfreien Rand und so kreisförmigem Querschnitt hergestellt werden können wie Glasspitzen². Aber auch diese Metallspitzen dürften wegen der zu ihrer Herstellung benötigten Arbeitszeit für Praktikumszwecke nicht in Frage kommen. Die feinen Spitzen sind zudem äußerst empfindlich und würden im Praktikumsbetrieb dauernd beschädigt werden. Es wurde daher untersucht, ob sich nicht mit einfacher herzustellenden Spitzen eine für Praktikumszwecke hinreichende Genauigkeit erreichen läßt. Zu diesem Zweck wurde eine Platinkapillare von 0,3 mm Radius zugespitzt und kreisrund gemacht; und zwar wurde absichtlich nicht die allerhöchste Sorgfalt auf die Herstellung des Endes gelegt. Die Kapillare wurde in ein 10 mm weites Glasrohr eingeschmolzt. Ferner wurden beim Glasbläser spitz zugeschliffene Glaskapillaren bestellt, ohne Verlangen solcher Präzision, daß die Herstellung zu viel Kosten verursacht hätte. Es mußte damit gerechnet werden, daß von mehreren angefertigten Glaskapillaren nur einige brauchbar sein würden. Unter diesen Umständen durfte eine Kapillare nicht so teuer zu stehen kommen, daß ihr Ersatz, der voraussichtlich im Praktikum häufig notwendig werden müßte, übermäßige Kosten verursachen würde. Schließlich wurde eine Reihe von Kapillaren ausgesucht, die glatt und senkrecht zur Achse abgesprengt mikroskopisch auf Kreisförmigkeit und gute Beschaffenheit der Endfläche untersucht wurden. Es zeigte sich, daß mit der zugespitzten Platinkapillare, den spitz zugeschliffenen und den glatt abgesprengten Glaskapillaren fast die gleiche Genauigkeit erzielt werden konnte. Die Werte für die nicht zugespitzten Glaskapillaren hatten eine etwas größere Genauigkeit. Kleine Fehler hatten alle diese Kapillaren, da sie ja absichtlich nicht mit der Sorgfalt, die bei der Vorbereitung wissenschaftlicher Untersuchungen selbstverständlich ist, hergestellt waren. Die Platinkapillare war zwar tadellos zugespitzt und an keiner Stelle ausgezackt, aber nicht vollkommen kreisförmig. Die zugespitzten Glaskapillaren waren zwar vollkommen kreisförmig, aber unter dem Mikroskop zeigte sich, daß beim Schleifen minimale Stücke des Randes ausgesprungen waren. Die oben erwähnte geringere Genauigkeit dieser Kapillaren mußte offenbar darin begründet sein, daß die ausgesprungenen Stückchen größere Fehler bedingen als die Unvollkommenheiten der anderen Kapillaren. Die nicht zugespitzten Glaskapillaren waren vollkommen kreisförmig und glatt, aber eben nicht zugespitzt. Trotzdem war die Genauigkeit, die mit Torsionswaage und Lenard-Bügel sorgfältigst kontrolliert wurde, über Erwarten groß. Der mittlere Fehler betrug nämlich nur etwa 1 bis 2%. Man wird also für Praktikumszwecke passende, glatt abgesprengte Kapillaren verwenden, die aber mikroskopisch auf genaue Kreisförmigkeit untersucht werden müssen. Das ist aber nur dann mit Sicherheit zulässig, wenn man benetzende Flüssigkeiten bestimmen läßt. Bei nicht benetzenden ist je nach Dicke der Kapillare und nach Größe der Oberflächenspannung der äußere oder innere Radius zu wählen, wozu besondere Korrekturen hinzutreten können, wie aus der Arbeit von PORTER (a.a.O.) zu ersehen ist. Natürlich wird man auch die Messung der Kapillarenradien mikroskopisch machen lassen, was ja hier besonders zweckmäßig ist, da die Enden doch mikroskopisch untersucht werden müssen und man außerdem nur den Durchmesser der Kapillare an ihrem Ende zu kennen braucht, der allein für den Maximaldruck in Frage kommt. Die Verwendung solcher Kapillaren ist mit der geringsten Mühe und den geringsten Kosten verbunden. Trotzdem mag zugegeben werden, daß manche doch aus didaktischen Gründen vorziehen werden, zugespitzte Kapillaren zu verwenden. Doch ist das eine Angelegenheit der Ansicht und der Kosten.

¹ Bei Spitzen, deren innerer und äußerer Radius merklich verschieden sind, geht je nach dem Randwinkel der innere oder äußere Radius in Gleichung (3) oder (4) ein. Siehe dazu die Arbeit von A. W. PORTER: Phil. Mag. 9, 1065; 1930. ² Siehe die zitierte Arbeit von F. M. JAEGER.

Weiterhin von Wichtigkeit ist die Zuverlässigkeit des Manometers. Es muß ganz besonders darauf aufmerksam gemacht werden, daß nur ein unmittelbar vor dem Versuch sorgfältigst gereinigtes Manometer verwendbar ist, insbesondere dann, wenn man, wie wohl in den meisten Fällen, als Manometerflüssigkeit Wasser verwendet. Ein Wassermanometer, in dem Wasser auch nur einen Tag gestanden hat, ist für genauere Messungen nicht brauchbar. Die Tatsache wird leider allzu oft außer acht gelassen und fälscht dann alle Resultate.

Bei Beachtung aller Vorsichtsmaßregeln und bei Benutzung der erwähnten Hilfsmittel (mikrometrisch verstellbare Tische) kann man auch für Praktikumszwecke als Fehlergrenze 3% festsetzen. Jedoch ist es in Anbetracht der experimentellen Schwierigkeit, die viel größer ist als bei den anderen Methoden zur Bestimmung der Oberflächenspannung, auch durchaus zu verantworten, wenn man die Fehlergrenze auf 5% erweitert.

Die Methode ist jedenfalls bei richtiger Anleitung auch für Praktikumszwecke durchaus brauchbar.

Die JAEGERsche Differentialmethode.

Die SIMON-CANTORSche Methode ist bereits früh von JAEGER¹ zu einer Differentialmethode ausgearbeitet worden, deren exakte Theorie wir allerdings wiederum erst SCHRÖDINGER verdanken. JAEGER verwendet zwei Kapillaren verschiedener Weite, die in die zu untersuchende Flüssigkeit eingetaucht werden. Damit gleichzeitig aus beiden Kapillaren Luftblasen austreten können, müssen die Kapillaren verschieden tief eingetaucht werden. Man mißt dann lediglich den Unterschied der Eintauchtiefen, also die Höhendifferenz der Enden der beiden Kapillaren. Experimentell hat dies einen großen Vorteil, da die Fehlerquellen, die mit der Messung der Eintauchtiefe, sowie mit der Manometerablesung verbunden sind, hierbei wegfallen. Im Praktikum kann die Methode leider nicht gebraucht werden, da die einfache Formel (3) einen zu großen Fehler (2 bis 3%) bedingt. Es müßte dann schon mit der vollständigen SCHRÖDINGERSchen Gleichung gearbeitet werden, deren Ableitung aber für Anfänger unverständlich ist. Außerdem ist die Methode noch nicht experimentell richtig ausgearbeitet. Vorversuche zeigten uns, daß die Resultate von OLGA KUDLAC², die die Verwendbarkeit der Methode prüfte, insbesondere die Anwendbarkeit der SCHRÖDINGERSchen Gleichung, sicherlich auf experimentellen Fehlern beruhen. Die Fehler ergaben sich wesentlich kleiner, als die von KUDLAC angegebenen. Trotzdem zeigte sich das mit den KUDLACschen Messungen übereinstimmende Ergebnis, daß die erhaltenen Werte zu groß werden. Der Grund dafür ist höchstwahrscheinlich der, daß bei den durch die Kapillaren austretenden Luftblasen die Strömungsverhältnisse berücksichtigt werden müssen. Der Strömungswiderstand ist für die enge Kapillare größer als für die weite. Deshalb muß der Höhenunterschied der beiden Kapillaren vergrößert werden, damit gleichzeitig aus beiden Kapillaren Luftblasen austreten. Der zu große Höhenunterschied bewirkt dann zu große Werte für die Oberflächenspannung.

Die Tropfengewichtsmethode (Stalagmometrie).

Die Tropfengewichtsmethode ist als eine der experimentell einfachsten und bequemsten Methoden sehr gut für das Praktikum geeignet. Sie läßt sich sowohl für relative wie für absolute Messungen mit großer Genauigkeit verwenden. Leider ist sie aus mehr historischen Gründen immer noch sehr diskreditiert, und meistens wird sie irrtümlicherweise als eine nur für relative Messungen geeignete Methode beschrieben. Wegen dieser weit verbreiteten falschen Beurteilung soll im folgenden auf die Theorie und Geschichte dieser Methode näher eingegangen werden. Betrachtet man eine Flüssigkeit, die von einer kreisrunden Fläche, z. B. dem Ende einer Kapillare, unendlich

¹ G. JAEGER: Wien. Akad. Ber. (2a) 100, 245; 1891.

² OLGA KUDLAC: Wien. Akad. Ber. (2a) 125, 1077; 1916.

langsam abtropft, so liegt zunächst folgender Ansatz nahe: Das maximale Tropfengewicht ist gegeben durch das Gewicht des Tropfens $m \cdot g$, die Masse m des Tropfens einerseits und die an dem Rande der Tropffläche mit dem Radius r angreifende Oberflächenspannung $2\pi r a$ andererseits.

$$m \cdot g = 2\pi r \cdot a \dots \dots \dots (5)$$

Diese Formel wurde z. B. noch von QUINCKE benutzt. Sie ist aber nur eine ganz grobe Annäherung. Erstens ist das Gewicht des fallenden Tropfens, auch wenn man für ganz langsames Abtropfen Sorge trägt, nicht gleich dem Gewicht des hängenden Tropfens. Es ist kleiner, da ein Tropfenrest zurückbleibt. Man könnte nun den Tropfenrest auf irgendeine Weise ebenfalls bestimmen; aber auch dann würde man falsche Werte für die Oberflächenspannung erhalten. Das Gewicht des hängenden Tropfens ist nämlich nicht durch Gleichung (5) gegeben, denn der hängende Tropfen ist eingeschnürt. Von der Einschnürung, wo auch die Abtrennung des fallenden Tropfens von dem Tropfenrest eintritt, hängt aber das Gewicht des hängenden, wie des fallenden Tropfens ab. Es ist daher zu erwarten, daß Gleichung (5) mindestens durch einen Korrektionsfaktor ergänzt werden muß. So fand auch TATE schon sehr früh¹, daß das Gewicht des fallenden Tropfens gegeben sei durch

$$m \cdot g = k \cdot r \cdot a \dots \dots \dots (6)$$

Hierin bedeutet k eine Konstante. Wäre nun das TATESche Gesetz streng richtig, so könnte man die Tropfengewichtsmethode ohne weiteres zu relativen Messungen benutzen, indem man die Konstante k mittels einer Flüssigkeit bekannter Oberflächenspannung bestimmt und dann alle weiteren Flüssigkeiten durch Einsetzen dieser Konstanten mißt. Man könnte sich dann auch die Bestimmung von k und von r ganz ersparen, indem man von derselben Tropffläche zuerst eine Flüssigkeit bekannter Oberflächenspannung abtropfen läßt und dann die zu messende. Diese relative Methode wird auch heute noch vielfach gedankenlos als richtig angesehen. Sie ist aber nicht richtig, sondern bloß richtiger als die Benutzung der Gleichung (5). Es ist nämlich die Differenz zweier entsprechender Werte der „Konstanten“ k bei den gebräuchlichen Tropfflächen meistens sehr viel kleiner als die Differenz zwischen k und 2π . Das TATESche Gesetz ist eben auch nur eine Annäherung, da die „Konstante k “ keineswegs eine Konstante ist. Wie oben gesagt, hängt das Gewicht des hängenden, wie des fallenden Tropfens von der Einschnürung des Tropfens ab. Diese ist nun wiederum abhängig von der Gestalt des Tropfens, d. h. aber: erstens ist sie abhängig von dem Radius r der Tropffläche; bei den beschriebenen Relativmessungen würde das nun nichts ausmachen, da der Radius derselbe ist; zweitens aber ist die Gestalt des Tropfens offenbar auch von dem Volumen des Tropfens abhängig oder, da dieses wiederum von der Oberflächenspannung abhängt, von der Oberflächenspannung a . Man sieht also, daß k keine Konstante, sondern eine Variable ist, die sich entweder durch eine Funktion $f(r, V)$ oder durch eine Funktion $f(r, a)$ darstellen lassen sollte. So fand RAYLEIGH², daß das Gewicht G eines fallenden Tropfens gegeben ist durch

$$G = m \cdot g = ar \cdot F\left(\frac{a}{\sigma \cdot r^2}\right), \dots \dots \dots (7)$$

worin σ die Dichte bedeutet. Die Werte dieser Funktion $F\left(\frac{a}{\sigma \cdot r^2}\right)$ wurden von RAYLEIGH für eine große Zahl von Argumenten empirisch aus einer großen Zahl Messungen bestimmt. Bei Benutzung der RAYLEIGHschen Tabelle verfährt man folgendermaßen. Man errechnet aus Gleichung (7) zunächst a , wobei man für den unbekanntem Funktionswert beispielsweise 2π einsetzt. Aus dem so errechneten a und dem gemessenen r und σ berechnet man $\frac{a}{\sigma \cdot r^2}$. Hierfür schlägt man den Funktionswert in der RAYLEIGHschen Tabelle nach. Diesen setzt man statt 2π in Gleichung (7), erhält nun ein

¹ TATE: Phil. Mag. (4) 27, 176; 1864. ² RAYLEIGH: Phil. Mag. (5) 48, 321; 1899.

anderes α , berechnet wieder $\frac{\alpha}{\sigma r^2}$ und so fort. Durch fortgesetzte Näherung erhält man schließlich den richtigen Wert für α . Durchschnittlich kommt man mit fünf Näherungen aus. Die Berechnung ist zwar sehr unbequem, aber man erreicht damit doch einen ganz erheblichen Fortschritt in der Genauigkeit. Man sieht nun schon aus der RAYLEIGHschen Gleichung, daß es im allgemeinen nicht richtig ist, relative Messungen in der oben beschriebenen Weise zu machen, da statt der Konstanten k nun eine Funktion $F\left(\frac{\alpha}{\sigma r^2}\right)$ steht. Es wird nur in den wenigen Fällen richtig sein, in denen die entsprechenden Funktionswerte annähernd gleich sind. Man kann zwar durch geeignete Größe der Tropffläche erreichen, daß die Funktionswerte sich für eine große Zahl Flüssigkeiten nur wenig voneinander unterscheiden. Benutzt man eine solche Tropffläche, so kann man mit relativen Messungen schon einigermaßen richtige Resultate erhalten. Solche Messungen haben aber nur einen orientierenden Charakter. Für genaue Messungen muß man jedenfalls die Funktionswerte kennen, um auch relative Messungen wirklich exakt durchzuführen; kennt man diese Werte aber, so kann man auch absolute Messungen anstellen. Die Kenntnis der Funktion, die statt der Konstanten k in das TATESche Gesetz einzusetzen ist, ist also das Hauptproblem der Tropfengewichtsmethode. Der nächste Schritt zur Lösung dieses Problems wurde nun von LOHNSTEIN¹ getan, der durch eine theoretische Berechnung die unbekannte Funktion zu finden suchte. LOHNSTEIN verwendet statt der RAYLEIGHschen Funktion $F\left(\frac{\alpha}{\sigma r^2}\right)$ eine Funktion $f\left(\frac{r}{a}\right)$ und die Gleichung

$$G = 2\pi r a f\left(\frac{r}{a}\right). \quad \dots \dots \dots (8)$$

Hierbei ist, wie üblich, $a = \sqrt{\frac{2\alpha}{g \cdot \sigma}}$. Für eine große Reihe von praktisch in Frage kommenden Argumenten $\left(\frac{r}{a}\right)$ konnte LOHNSTEIN die Funktionswerte $f\left(\frac{r}{a}\right)$ berechnen. Er ging hierbei von der Differentialgleichung der Tropfenoberfläche aus und verwendete, da diese sich durch bekannte Funktionen nicht integrieren läßt, mechanisch-numerische Integration zur Bestimmung der Gestalt des sich unendlich langsam bildenden hängenden Tropfens. Um das Maximalgewicht des abfallenden Tropfens zu berechnen, muß er aber folgende Hypothese über den Randwinkel benutzen: „Es scheint die Beobachtung zu lehren, daß der am Röhrenrand befindliche Endteil der Meridiankurve des Tropfenmeniskus annähernd die gleiche Neigung gegen den Horizont aufweist, wie der Endteil der Meridiankurve des hängenden Tropfens unmittelbar vor dem Abreißen.“

Zeichnet man ein Diagramm, in dem man einmal die Funktionswerte $f\left(\frac{r}{a}\right)$ als Ordinate und $\left(\frac{r}{a}\right)$ als Abszisse aus der LOHNSTEINschen Tabelle entnimmt und das andere Mal die RAYLEIGHschen Werte entsprechend umrechnet, so erhält man zwei Kurven, die in ihrem linken Teile (bei kleinen Werten für $\frac{r}{a}$) fast zusammenfallen (s. Fig. 3). Im rechten Teil der Kurve ist dies nicht der Fall; hier zeigt die LOHNSTEINsche Kurve ein merkwürdig unregelmäßiges Verhalten, das experimentell nicht bestätigt wird, und das KOHLRAUSCH² in einer späteren Diskussion der Arbeiten von LOHNSTEIN und RAYLEIGH mit der Unrichtigkeit oder besser: mit der auf einen begrenzten Bereich beschränkten Gültigkeit der LOHNSTEINschen Hypothese über den Randwinkel,

¹ LOHNSTEIN: Ann. d. Phys. 20, 237 u. 606; 1906 und a. a. O.

² KOHLRAUSCH: Ann. d. Phys. 20, 798; 1906 und 22, 191; 1907.

erklärt. Deshalb kombinierte KOHLRAUSCH die Werte von RAYLEIGH und LOHNSTEIN. Er benutzt statt Gleichung (7) oder (8) die Gleichung:

$$G = r \cdot \alpha \cdot \Phi \left(\frac{r}{a} \right) \dots \dots \dots (9)$$

KOHLRAUSCH gibt eine Tabelle für eine Reihe von praktisch in Frage kommenden Argumenten $\left(\frac{r}{a} \right)$. Seine Funktionswerte sind erstens nicht sehr genau, zweitens ist es sehr unbefriedigend, daß sie zum Teil reine Schätzungswerte sind, da sie weder mit den

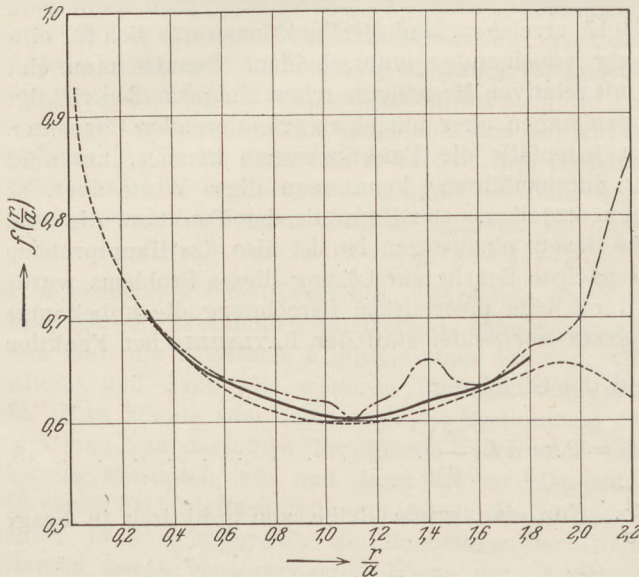


Fig. 3.

theoretisch berechneten noch mit den experimentellen Werten übereinstimmen. Schließlich beruhen sie auf den RAYLEIGH'schen Messungen, die heute durch exaktere Messungen überholt sind. Immerhin bedeutete die Tabelle von KOHLRAUSCH seinerzeit einen erheblichen Fortschritt. Bei ihrer Benutzung kann man schon recht genaue Resultate erreichen, wenn man für nicht zu große $\left(\frac{r}{a} \right)$ -Werte Sorge trägt. Natürlich muß man die Tabelle auch bei relativen Messungen benutzen. Läßt man z. B. — wie gewöhnlich bei Stalagmometer-Messungen — dasselbe Volumen von derselben Tropffläche abtropfen

und zählt die Zahl z der Tropfen, so gilt für die Bezugs-Flüssigkeit $\frac{V \cdot s_1}{z_1} = r \cdot a_1 \Phi \left(\frac{r}{a_1} \right)$

und für die unbekannte Flüssigkeit $\frac{V \cdot s_2}{z_2} = r \cdot a_2 \Phi \left(\frac{r}{a_2} \right)$, und daraus folgt:

$$a_2 = a_1 \frac{s_2 \cdot z_1 \Phi_1}{s_1 \cdot z_2 \Phi_2} \dots \dots \dots (10)$$

Da der Faktor $\frac{\Phi_1}{\Phi_2}$ in vielen Fällen zufällig nahezu gleich Eins ist, so wird sehr oft der methodische Fehler gemacht, den Faktor ganz auszulassen. Es erscheint recht notwendig, auf diesen Fehler in aller Ausführlichkeit hinzuweisen, da er sogar in wissenschaftlichen Arbeiten von Rang gemacht wird. So sind z. B. die experimentell sehr wertvollen Arbeiten von MORGAN und seinen Schülern¹ in Bezug auf ihre Resultate wegen dieses Fehlers unzuverlässig, obwohl ihre Werte sich durch richtige Umrechnung sehr gut verwenden lassen. Die Berechnung nach Gleichung (10) ist allerdings wegen der ebenfalls notwendigen Näherungsmethode recht unbequem. Diese Unbequemlichkeit kann man durch die Benutzung der Tabelle von HARKINS und BROWN² vermeiden. Zugleich ist diese wesentlich genauer, als die KOHLRAUSCH-Tabelle. HARKINS und BROWN machen darauf aufmerksam, daß die Funktion, mit der man in Gleichung (5) die rechte Seite multiplizieren muß, ja diejenige Funktion ist, welche angibt, wie das Tropfengewicht von der Gestalt des Tropfens abhängt. Die Tropfenform ist aber

¹ MORGAN: Journ. Amer. Chem. Soc. 30, 360 u. 1055; 1908, sowie 33, 349 u. 643; 1911 und 35, 1249, 1505 u. 1821; 1913.

² HARKINS und BROWN: Journ. Amer. Chem. Soc. 41, 499; 1919.

abhängig von dem Verhältnis irgend einer linearen Dimension der Tropffläche z. B. r , und irgend einer linearen Dimension des Tropfens. Als solche lineare Dimension des Tropfens verwendet man einfach die Kubikwurzel aus dem Tropfenvolumen, das ja experimentell leicht zu bestimmen ist. Dadurch fallen dann die wiederholten Näherungsrechnungen fort, und man benutzt die Gleichung:

$$m \cdot g = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \alpha \cdot \psi \left(\frac{r}{V^{1/3}} \right) \dots \dots \dots (11)$$

Für eine große Reihe von Argumenten sind die Funktionswerte ψ recht genau bestimmt worden. Sehr genaue Steighöhenmessungen wurden mit sehr genauen Tropfengewichtsbestimmungen kombiniert und daraus die ψ -Werte berechnet. Desgleichen wurde die LOHNSTEINSche Funktion $f\left(\frac{r}{a}\right)$ für eine große Zahl von Argumenten $\left(\frac{r}{a}\right)$ experimentell genau bestimmt. Die Kurven von LOHNSTEIN und KOHLRAUSCH werden in dem Diagramm Fig. 3 zusammen mit der von HARKINS und BROWN zur Erläuterung gegeben. Die Werte von KOHLRAUSCH sind zu diesem Zwecke auf die Funktion $f\left(\frac{r}{a}\right)$ umgerechnet. Bei Verwendung dieser Tabellen, deren Fehler unter 1% liegt, kann man mit großer Genauigkeit — auf 1% genaue Messungen lassen sich leicht erreichen — sowohl relative, wie absolute Messungen mit der Tropfengewichtsmethode machen. Solche absoluten Messungen sind natürlich im strengsten Sinne relative, da sie auf anderen Messungen, nämlich der experimentell bestimmten Tabelle von HARKINS und BROWN, beruhen. Es seien hier unter absoluten Messungen solche verstanden, die ohne direkten Vergleich mit einer anderen Flüssigkeit unter Benutzung der genannten Tabelle gewonnen werden. Es wäre übrigens sehr zu wünschen, wenn im „KOHLRAUSCH“ die veraltete KOHLRAUSCH-Tabelle durch die neueren Werte von HARKINS und BROWN ersetzt würde. Wirklichen Wert würde diese Verbesserung aber nur haben, wenn die neue Tabelle entweder möglichst ungekürzt oder als Diagramm angegeben würde¹.

Die strichpunktierte Kurve ist die Korrektionskurve von LOHNSTEIN, die ausgezogene Kurve ist die von KOHLRAUSCH, und die gestrichelte ist die von HARKINS

¹ Die Tabelle von HARKINS und BROWN läßt sich noch berichtigen, wenn man als Vergleichswert nicht den von HARKINS und BROWN gemessenen Wert für Wasser einsetzt, der etwas zu groß ist, was sich zum Teil durch unvollständige Meniskuskorrektion erklärt, sondern den genauesten, von MOSER (Ann. d. Phys. 82, 1011; 1927) angegebenen benutzt. Da die Tabelle von HARKINS und BROWN nicht jedem leicht zugänglich ist, wird sie hier ebenfalls angegeben.

Korrektionstabelle nach HARKINS und BROWN.

$\frac{r}{V^{1/3}}$	$\psi\left(\frac{r}{V^{1/3}}\right)$	$\frac{r}{V^{1/3}}$	$\psi\left(\frac{r}{V^{1/3}}\right)$	$\frac{r}{V^{1/3}}$	$\psi\left(\frac{r}{V^{1/3}}\right)$
0,00	(1,0000)	0,75	0,6032	1,225	(0,6555)
0,30	0,7256	0,80	0,6000	1,25	(0,6521)
0,35	0,7011	0,85	0,5992	1,30	(0,6401)
0,40	0,6828	0,90	0,5998	1,35	(0,6230)
0,45	0,6669	0,95	0,6034	1,40	(0,6033)
0,50	0,6515	1,00	0,6098	1,45	(0,5847)
0,55	0,6362	1,05	0,6179	1,50	(0,5673)
0,60	0,6250	1,10	0,6280	1,55	(0,5511)
0,65	0,6171	1,15	0,6407	1,60	(0,5352)
0,70	0,6093	1,20	0,6535		

Die Tabelle gibt die Werte der ψ -Funktion nach HARKINS und BROWN für eine Reihe von praktisch in Frage kommenden Argumenten. Die eingeklammerten Werte haben eine etwas geringere Genauigkeit als die übrigen. Die genauesten Werte sind die Werte für Argumente zwischen

$$\frac{r}{V^{1/3}} = 0,75 \text{ und } \frac{r}{V^{1/3}} = 0,95.$$

und BROWN. Um die Korrektionskurven besser vergleichen zu können, wurden die Werte der KOHLRAUSCH-Tabelle durch 2π dividiert. Statt der ψ -Funktion von HARKINS und BROWN wurde die f -Funktion gewählt, die ebenfalls aus ihrer Arbeit entnommen werden kann.

Das Diagramm Fig. 4 stellt die Funktion $\psi\left(\frac{r}{V^{1/3}}\right)$ von HARKINS und BROWN dar. Die Werte der ψ -Funktion sind identisch mit den entsprechenden Werten der f -Funktion im ersten Diagramm; jedoch ist das Argument

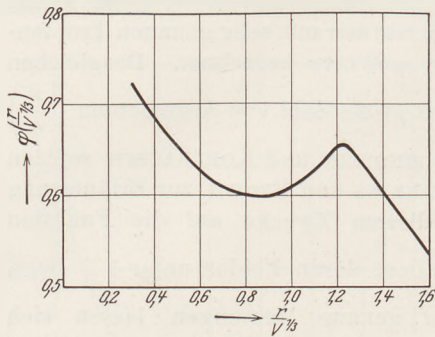


Fig. 4.

$\frac{r}{V^{1/3}}$ natürlich verschieden von $\frac{r}{a}$ und verläuft auch nicht etwa proportional, so daß dieses Diagramm besonders gezeichnet werden mußte. Dieses ist das für die Messungen zu benutzende Diagramm.

Die Stalagmometer-Methode ist auch darum für Praktikumszwecke zu empfehlen, weil sie ohne Schwierigkeiten gestattet, direkt Oberflächenspannungen von Flüssigkeiten gegen Flüssigkeiten zu bestimmen¹. Hierbei muß natürlich der Auftrieb in der Flüssigkeit berücksichtigt

werden. Sei s_1 das spezifische Gewicht der schwereren Flüssigkeit, die man in die leichtere Flüssigkeit von dem spezifischen Gewicht s_2 tropfen läßt, so gilt, wenn V das abgetropfte Volumen und z die Zahl der Tropfen bedeutet:

$$\frac{V}{z_1} \cdot (s_1 - s_2) = 2\pi r a_{1,2} \cdot \psi\left(\frac{r}{V^{1/3}}\right) \dots \dots \dots (12)$$

Daraus lassen sich dann ohne weiteres die Gleichungen für Relativ-Messungen ableiten, allerdings wird man hier wohl doch in der Hauptsache absolute Messungen machen.

Die Oberflächenspannung von einer Flüssigkeit gegen eine andere zu bestimmen, hat noch den besonderen demonstrativen Vorteil, daß man infolge der Größe der Tropfen die Bildung und die Gestalt der Tropfen, insbesondere die Einschnürung, sehr genau beobachten kann.

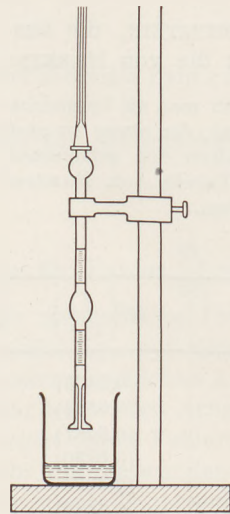


Fig. 5.

Experimentell sei bemerkt: von der Verwendung einer scharf zugespitzten Kapillare oder einer sehr dünnwandigen Kapillare als Tropffläche ist dringend abzuraten; es wird nämlich dann infolge der kapillaren Steigung an der Außenwand die Tropffläche völlig unbestimmt. Man kann sich zwar durch Fetten der Außenwand helfen, aber das ist ein sehr gefährlicher und unzulänglicher Notbehelf. Richtig ist das Abtropfen von einer nicht zu kleinen, kreisrund und absolut plan geschliffenen Tropffläche mit kapillarer Zuflußöffnung in der Mitte. Für Praktikumszwecke kann sehr empfohlen werden die neue Form des TRAUBESCHEN Stalagmometers (geliefert von C. Gerhards in Bonn). Dieses sei hier kurz beschrieben: Das Stalagmometer (siehe Fig. 5) besteht aus einer durch zwei Marken abgegrenzten Kugel, die in eine geschliffene kreisrunde Tropffläche ausläuft.

Die Abtropffläche ist so geformt, daß ein Tropfen wirklich nur an der ebenen Fläche hängt, so daß — bei ganz reiner Tropffläche — der Radius r der obigen

¹ Die neuerdings viel angewendete Steighöhenmethode in der von K. SILBEREISEN (Zeitschr. f. Phys. Ch. A. 143, 157; 1929) ausgearbeiteten Form erfordert größere experimentelle Erfahrung, als bei einem Anfänger vorausgesetzt werden darf. Zudem ist noch keineswegs bewiesen, daß sie genauere Werte liefert als die Tropfengewichtsmethode, wenn bei letzterer die richtigen Korrekturen benutzt werden.

Gleichungen identisch ist mit dem Radius der Tropffläche. Oberhalb und unterhalb der beiden Marken befindet sich noch eine Skala, welche Bruchteile von Tropfen abzulesen gestattet. Die Ausfließgeschwindigkeit wird durch Aufsetzen von verschiedenen Kapillaren geregelt, und zwar so, daß die Tropfen sich erstens langsam genug bilden, zweitens aber die Versuchsdauer nicht zu groß wird. Natürlich werden die Bestimmungen am genauesten, wenn man die Tropfen sich sehr langsam bilden läßt. Die LOHNSTEINSEHE Theorie setzt nämlich sich unendlich langsam bildende Tropfen voraus, und die Tabelle von HARKINS und BROWN wurde durch Benutzung von Tropfen gewonnen, deren Bildung zwischen fünf Minuten je Tropfen (bei kleinen und mittleren Tropfen) und fünfzehn Minuten je Tropfen (bei großen Tropfen) dauerte. Sehr wichtig ist die äußerste Reinheit des Apparates, vor allem aber darf die Tropffläche keine Spur von Fett aufweisen. Darum darf diese auch nie mit den Fingern berührt werden. Zur Reinigung verbindet man am besten das Ende des Stalagmometers mit der Wasserstrahlpumpe und saugt langsam nacheinander Chrom-Schwefelsäure und destilliertes Wasser hindurch. Statt den Apparat zu trocknen, ist es bequemer und richtiger, ihn mit der zu untersuchenden Flüssigkeit durchzuspülen. Man befestigt nun das Stalagmometer senkrecht — die Tropffläche muß ja so horizontal wie möglich liegen! — an einem Stativ, setzt eine Kapillare auf und saugt die zu messende Flüssigkeit mit der Wasserstrahlpumpe in das Stalagmometer bis über die obere Marke. Auf keinen Fall darf Flüssigkeit in die aufgesetzte, die Strömungsgeschwindigkeit regelnde Kapillare dringen. Es bezeichne z die Tropfzahl des Volumens zwischen den beiden Marken. Das Stalagmometer wird nun in der Regel von Marke zu Marke keine ganze Anzahl von Tropfen enthalten; d. h. es wird nicht jedesmal, wenn die Flüssigkeit die Marke passiert, ein Tropfen abreißen. Angenommen, es reiße ein Tropfen bei Teilstrich 4 über der oberen Marke ab, dann beginnt man von hier an die Tropfen zu zählen. Der letzte Tropfen falle etwa bei Teilstrich 2 vor der unteren Marke. Ist nun z. B. das Volumen eines Tropfens zu 12 Teilstrichen bestimmt worden, dann ist ein Teilstrich $\frac{1}{12}$ des Tropfens. Man muß also, um die genaue Tropfenzahl von Marke zu Marke zu erhalten, von den gezählten Tropfen $\frac{4}{12}$ subtrahieren und $\frac{2}{12}$ addieren, d. h. $\frac{2}{12} = \frac{1}{6}$ Tropfen subtrahieren. Dann hat man die genaue Tropfenzahl von Marke zu Marke.

Welche Messungen soll man nun machen lassen? Der Verfasser schlägt folgende Versuche vor, die sich im Kölner Praktikum bestens bewährt haben: Versuch 1. Man mißt die Oberflächenspannung von gewöhnlichem destilliertem Wasser, wie es in jedem Laboratorium für allgemeine Zwecke gebraucht wird; dann von Wasser, das während des ersten Versuchs nochmals destilliert ist; dann von noch zweimal destilliertem Wasser. Man erkennt daraus die große Abhängigkeit der Oberflächenspannung des Wassers von seiner Reinheit. Wegen dieser Abhängigkeit ist es auch reichlich unzweckmäßig als Bezugsflüssigkeit für relative Messungen; aber es ist trotzdem gebräuchlich. Im folgenden werden trotz dieser Unzweckmäßigkeit die relativen Messungen doch auf Wasser bezogen, weil die gelieferten Stalagmometer mit — scheinbar allerdings sehr reinem — Wasser geeicht sind. Man mißt das Volumen zwischen den beiden Marken, mißt den Durchmesser $2r$ der Tropffläche und bestimmt aus der Tropfenzahl, dem Volumen und dem spezifischen Gewicht und dem Radius r die Oberflächenspannung α des Wassers nach der Formel (11) und der Tabelle von HARKINS und BROWN. Versuch 2. Man bestimmt die Oberflächenspannungen von Alkohol, Benzol und Aceton, und zwar a) indem man relative Messungen bezogen auf Wasser macht, wobei man die Tropfenzahl des reinsten Wassers benutzt — bei unserem Stalagmometer stimmte diese bis auf 2 Promille mit dem Eichwert überein — und entweder den selbst gemessenen Wert für Wasser nimmt, oder den von MOSER (a. a. O.) angegebenen benutzt; b) indem man absolute Messungen macht. Es ist sehr instruktiv, bei den relativen Messungen den Quotienten ψ_1/ψ_2 besonders zu beachten, da man daraus ersehen kann, daß die Tropffläche so gewählt ist, daß dieser Quotient nahezu gleich 1 ist. Versuch 3. Man bestimmt die Ober-

flächenspannung von besonders gereinigtem Wasser gegen Benzol, wobei man die Bildung und Form der Tropfen eingehend beobachtet.

Die Stalagmometer-Versuche erziehen, wie alle anderen genaueren Kapillaritätsmessungen, zu sauberem exakten Arbeiten, ohne daß irgendwelche besondere Geschicklichkeit notwendig ist. Im Anfängerpraktikum kann und muß eine Genauigkeit von mindestens 3% verlangt werden. Die im normalen Praktikumsbetrieb mögliche Genauigkeit ist etwa 1%, die im Durchschnitt erzielte Genauigkeit war 2%.

Da der Temperaturkoeffizient der Oberflächenspannung sehr klein ist — für 1° etwa 0,5% — so kann man ganz auf die unbequemen Thermostaten verzichten. Es genügt vollständig, wenn man die Temperatur mit einem Thermometer ablesen und angeben läßt.

Das Eingehen auf den Zusammenhang der Oberflächenspannung mit anderen Größen, insbesondere der chemischen Konstitution, also auf die Regel von EÖTVÖS, die Relationen von RAMSAY und SHIELDS, oder auf den „Parachor“ SUGDENS, gehört nicht mehr in den Rahmen eines physikalischen, sondern eines physikalisch-chemischen Praktikums. Deshalb wurde auch auf die Methoden zur Bestimmung des Temperaturkoeffizienten der Oberflächenspannung verzichtet, die methodisch nichts Neues geben, deren Ausführung aber gerade im halbtägigen physikalischen Anfänger-Praktikum Schwierigkeiten verursachen würde.

Physikalisches Institut der Universität Köln.

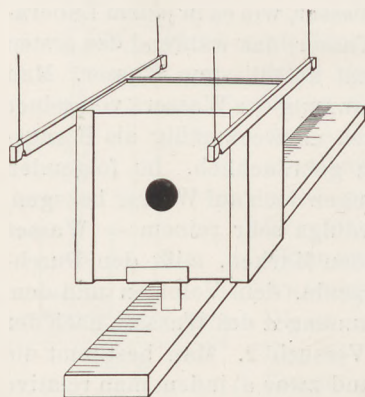
Kleine Mitteilungen.

Das ballistische Pendel im Unterricht.

Von Dr. Wilhelm Bahrdt in Berlin-Lichterfelde.

Das Kapitel vom Stoß erscheint zunächst im Schulunterricht ziemlich unfruchtbar; sobald man aber die Anwendung auf eine wirkliche Geschößgeschwindigkeitsmessung macht, bei der in der Stunde mit einem Tesching scharf gegen ein Pendel geschossen wird, beteiligen sich die Jungen sehr interessiert nicht nur an dem Versuch, sondern auch an der Berechnung.

Die Masse des ballistischen Pendels muß der benutzten Schußwaffe angepaßt sein; ein Gewehr erfordert ein anderes Pendel wie ein Tesching. Das im folgenden



beschriebene Pendel (siehe die Figur) ist für ein Tesching von 6 mm Kaliber benutzbar. Seine Masse beträgt etwa 700 g. Es besteht aus einem Messingrahmen mit 3 mm dicker Messingplatte an der Rückseite ($12,5 \times 12,5 \text{ cm}^2$); an den Seiten sind zwei Führungsschienen aus U-Messing angeietet, in die eine auswechselbare Holzplatte von 2,5 cm Dicke als Kugelfang geschoben werden kann. Das Pendel wird an zwei festgenieteten Messingarmen von je 15 cm Länge aufgehängt. Die vier Aufhängefäden sollen möglichst lang sein; das beste ist, sie reichen vom Experimentiertisch bis an die Zimmerdecke. Hier laufen sie paarweise in je einem Punkt zusammen. In der Mitte der unteren Kante des Pendels ist ein 6 cm langer Zeiger aus Rechkant-

messing festgelötet, der, wie die Figur zeigt, sich bei der Schwingung des Pendels dicht über einem Millimeterlineal bewegt. Damit der Schuß möglichst nahe dem Pendelschwerpunkt einschlägt, wird aus einer kleinen Entfernung von 1 bis 2 m geschossen. Würde nämlich die Kugel in der Seiten- oder in der Höhenrichtung stark abweichen, so träte ein Drehmoment auf, das die Ablesung des Gesamtausschlags des Pendels fehlerhaft beeinflussen müßte.

Ein Versuch geht in folgender Weise vor sich. Man bestimmt die mittlere Masse m einiger Teschingkugeln, die man aus ihren Patronen entfernt hat, auf der chemischen Wage und die Masse M des ballistischen Pendels auf einer gewöhnlichen Wage. Dann hängt man das Pendel derart in die vier Aufhängefäden, daß es kurz oberhalb des Millimeterlineals und in dessen Richtung Schwingungen ausführt. Man liest die Ruhelage des Zeigers über der Teilung ab. Der Beobachter begibt sich einen Schritt seitlich vom Pendel, so daß er von seinem Standpunkte aus noch deutlich die Millimeterteilung lesen kann. Von hier aus gibt er das Kommando zum Feuern. Der Schütze schießt, und das Pendel schwingt nach dem Einschlag der Kugel nach rückwärts. Der Beobachter liest den Punkt auf dem Lineal ab, bis zu dem der Zeiger ausschlägt; die Ablesung muß auf Millimeter genau sein. Bei unsicherer erstmaliger Ablesung, die durch die Aufregung des Beobachters verursacht werden kann, werden ein oder zwei Probeschüsse abgegeben und zunächst die ungefähre Lage des weitesten Ausschlagpunktes durch eine Marke festgelegt, die der Beobachter scharf fixieren muß und von welcher aus Abweichungen einzelner Schüsse mit großer Sicherheit auf Millimeter gemessen werden können. Der Abstand zwischen Ruhelage und größtem Ausschlag ist in m zu messen, da man auch die Geschößgeschwindigkeit in m haben will. Soll bei dem Versuch noch die Ausschlagsverminderung durch die Luftdämpfung berücksichtigt werden, so ist ein zweiter Seitenbeobachter anzustellen, der den Ausschlag auf der entgegengesetzten Seite von der Ruhelage aus mißt. Die anzubringende Korrektur ist gleich der halben Differenz der beiden Ausschlagsweiten. In der folgenden Rechnung bedeutet a den korrigierten Ausschlag.

Hierauf mißt man in üblicher Weise aus mehreren Schwingungen die Dauer T einer ganzen Pendelschwingung (Hin- und Rückgang).

Bei der Berechnung mache man die Annahme, daß das Pendel eine punktförmige Masse M sei, die an einem Faden von l m Länge hänge (l gerechnet vom Aufhängepunkt bis zum Schwerpunkt), daß c die Geschwindigkeit in der Mittellage und daß endlich h m der senkrechte Abstand des Pendelschwerpunktes vom Lineal sei. Dann gilt zunächst für den Weg a_0 des Schwerpunktes die aus dem Strahlensatz gefolgerte Gleichung

$$a_0 : a = l : (l + h). \quad (1)$$

Da die Bewegung eine harmonische ist, so gilt ferner die Gleichung

$$c \cdot T = 2 \pi a_0. \quad (2)$$

Da endlich beim unelastischen Stoß die Summe der Bewegungsgrößen vor dem Stoß gleich der Summe der Bewegungsgrößen nach dem Stoß ist, so gilt als letzte Gleichung, in der x die Geschößgeschwindigkeit bedeutet

$$x \cdot m = c \cdot (M + m). \quad (3)$$

Schafft man aus diesen 3 Gleichungen die nicht gemessenen Größen a_0 und c heraus, so ergibt sich

$$x = \frac{2 \pi a}{T} \cdot \frac{l}{l + h} \cdot \frac{M + m}{m}.$$

Da m nicht viel mehr als der tausendste Teil von M ist, so darf man in der Summe $M + m$ den Wert m vernachlässigen. Als Endformel erhält man dann:

$$x = \frac{2 \pi a}{T} \cdot \frac{M}{m} \left(1 - \frac{h}{l} \right).$$

Das ballistische Pendel wird von der Firma Modellbau Friedrich Tilger in Berlin-Wilmersdorf, Detmolder Str. 2 I, gebaut und kostet 12 RM.

Ein einfaches Gerät für elastische Schwingungen.

Von W. Stockmann in Breslau.

Unter den neueren Arbeiten zur Behandlung der Schwingungslehre erscheint mir die von C. FISCHER¹ wegen ihrer methodischen Einstellung am meisten beachtenswert. Ich stimme grundsätzlich mit FISCHER überein und verfolge seit 15 Jahren im Unterricht (und neuerdings in den wahlfreien Arbeitsgemeinschaften) dieselben Ziele. Nur in einem Punkte möchte ich seine Angaben ergänzen.

Auch für die belastete Schraubenfeder ist die von FISCHER geforderte Trennung aller beteiligten Größen noch nicht in aller Strenge erreicht; denn man kann geltend machen, daß dabei der angehängte Körper als Masse und — durch sein Gewicht — zugleich als Kraft wirkt. Die Kraft des Gewichts (gemäßigt durch die zunehmende Spannung der Feder) bewirkt doch tatsächlich die Abwärtsbewegung und bestimmt auch die Ruhelage der Feder. Beides erweckt den Anschein, als habe die Schwerkraft einen wesentlichen Einfluß auf die Erscheinung, zumal da es gelingt, die Formel für die Schwingungszahl (Frequenz n) der Pendelformel anzupassen.

Führt man nämlich die durch das Gewicht P des Körpers bewirkte Verlängerung l ein und benutzt sie zur Messung der Elastizität (Starre) e , so kommt:

$$e = \frac{P}{l} = \frac{m \cdot g}{l}, \text{ also: } \frac{e}{m} = \frac{g}{l};$$

ferner
$$n = \sqrt{\frac{e}{m}} = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad \text{und} \quad T = \frac{2\pi}{n} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}},$$

so daß sich der Schüler bei der Frage nach dem Einfluß der Schwerkraft vor eine ernste Denkaufgabe gestellt sieht.

Es ergibt sich also die Aufgabe, einen elastischen Schwinger unabhängig von Gewicht und Schwerkraft — d. h. „abarisch“ — zu bauen und ihn damit auch zu Schwingungen in jeder beliebigen Richtung zu befähigen — selbstverständlich ohne die Vorzüge der belasteten Schraubenfeder aufzugeben.

Eine einfache Lösung dieser Aufgabe habe ich folgendermaßen versucht.

Ich spanne beiderseits der schwingenden Masse je eine elastische Feder zwischen der Masse und je einem festen Lager (Fig. 1), lasse also die Masse, getragen von zwei elastischen Federn, zwischen zwei festen Lagern

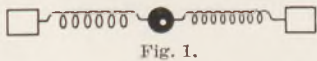


Fig. 1.

schwingen. Beide Federn besitzen dann in der Ruhelage auch bei ungleicher Elastizität gleiche absolute Spannung k (Vorspannung). Diese läßt sich leicht so groß wählen, daß selbst bei wagerechter Anordnung der Durchhang gering ist. Um diesen ganz zu vermeiden, genügt es, die Masse an einen Faden zu binden, der so lang ist, daß die mögliche Schwingungszahl des entstehenden Fadenpendels klein ist gegen die der Federung. Sehr einfach und sicher läßt sich das Ganze an einem Wandbrett nach H. HAHN anordnen.

Mit welcher Elastizität schwingt nun die Masse in dieser Anordnung? — Auf den ersten Blick scheint es so, als ob die beiden Federn (mit e_1 und e_2) hintereinander geschaltet seien. Das würde aber nur stimmen, wenn der eine Endpunkt des Ganzen fest — der andere aber (als Träger der Masse) beweglich wäre.

Tatsächlich liegt hier eine parallele — oder wenn man will antiparallele — Schaltung der beiden Federn vor. Denn jede Verschiebung des Massenpunkts, die die erste Feder spannt, entlastet die zweite; sie vermindert also die Gegenkraft der zweiten Feder und vermehrt damit die freie Gesamtkraft.

Auch zeichnerisch läßt sich das sehr gut veranschaulichen (Fig. 2). Die Verschiebung der Masse hat ihre natürlichen Grenzen an zwei Punkten rechts und links,

¹ C. FISCHER, Die belastete Schraubenfeder als Urbild eines schwingenden Systems; diese Zeitschrift 38, 113; 1925. — Vgl. auch: H. HAHN, Die Starre; C. FISCHER, Die Schraubenfeder. Mitt. der Staatl. H. St., Heft 4.

wo eine der beiden Federn entspannt ist. Stellt man von da aus die Kräfte der einzelnen Federn dar, so erhält man (nach dem HOOKESCHEN Gesetz) zwei Geraden: die eine im positiven Felde von links nach rechts steigend — die andere im negativen Felde von rechts nach links fallend. Die Überlagerung beider liefert eine Gerade, die die Diagonale des entstandenen Vierecks bildet, und deren Steigung gleich der Summe der einzelnen Steigungen ist.

In Gleichungen (bezogen auf den linken Nullpunkt) erhält man:

$$\begin{aligned} k_1 &= e_1 \cdot x \\ k_2 &= e_2 \cdot x - (k_2)_0 \\ \hline k &= k_1 + k_2 = (e_1 + e_2)x - (k_2)_0 \end{aligned}$$

also:

$$e = \frac{\Delta k}{\Delta x} = e_1 + e_2$$

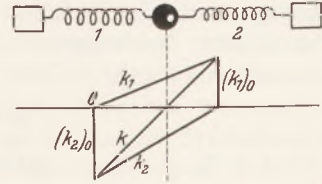


Fig. 2.

d. h. die Elastizität ist gleich der Summe der Einzelwerte beider Federn (wie bei der Parallelschaltung).

Daraus folgt für die Frequenz n des Schwingers

$$n = \sqrt{\frac{e}{m}} = \sqrt{\frac{e_1 + e_2}{m}} ; \quad T = \frac{2\pi}{n} \text{ usw.}$$

Für genaue Messungen ist dieser Wert zu verbessern.

Zu der schwingenden Masse m tritt ein Drittel der Federmassen $\mu_{1,2}$

$$n = \sqrt{\frac{e_1 + e_2}{m + \frac{1}{3}(\mu_1 + \mu_2)}}$$

Hat man, bei wagerechter Anordnung, die Masse an einem Faden l aufgehängt, so tritt zu e noch die Elastizität des entstehenden Fadenpendels $e' = \frac{P}{l} = \frac{m \cdot g}{l}$.

Wegen der in der Ruhelage vorhandenen Vorspannung der Federn tut man gut, die Elastizität (Starre) erst in der fertigen Anordnung des ganzen Schwingers zu messen¹. Für Schülerübungen hängt man dazu am Wandbrett eine Feder in A auf (Fig. 3); an ihrem Endpunkt B wird eine zweite Feder BC und ein Stück Angelschnur befestigt, die im Innern der zweiten Feder herabhängt, so daß ihre Endschnur D ein Stück unter C liegt.

Man stellt ein

und beobachtet

- | | |
|---|---|
| 1. A fest, B durch D belastet | e_1 |
| 2. B (und D) fest, C belastet | e_2 |
| 3. A fest, B (und D) frei, C belastet | $\frac{1}{e} = \frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_2}$ |
| 4. A fest, C mit Vorspannung fest, B durch D belastet | $e = e_1 + e_2$. |

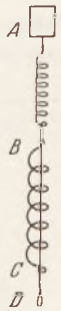


Fig. 3.

Dabei kann die Anfangsbelastung für 1., 2. und 3. etwa der Vorspannung von 4. gleich gemacht werden. Diese Übung vermittelt also in einer Folge die Kenntnis zweier verschiedener Federn und ihrer wichtigsten Verbindungen (Schaltungen): in Reihe und parallel.

Eine Gegenüberstellung des neuen Geräts und der belasteten Feder ergibt folgendes:

Anstatt eine vorhandene Feder lotrecht zu hängen und am Ende zu belasten, kann man sie in zwei gleiche Teile zerlegen, in beliebiger Richtung spannen und die Masse dazwischen setzen. Jeder Teil hat dann die doppelte Elastizität (Starre) der ganzen Feder; die dazwischenliegende Masse schwingt mit der Summe dieser verdoppelten Werte, also mit der vierfachen Elastizität der hängenden Feder; folglich ist ihre Schwingungszahl auf das Doppelte gestiegen! An der hängenden Feder müßte

¹ H. HAHN, a. a. O., S. 59 u. 61, C. FISCHER, das. S. 178.

man dazu die Masse oder die Länge der Feder auf den vierten Teil herabsetzen, was in vielen Fällen ungünstig sein wird.

Bei dem Versuch, die Schwingungszahl zu steigern, zeigt sich aber noch ein grundsätzlicher Unterschied beider Geräte. Zwar ist auch bei der hängenden Masse die Schwingungsdauer unabhängig von der Schwerkraft — aber das Zustandekommen der Schwingungen hängt von der Schwerkraft ab: denn diese liefert nicht nur die Vorspannung der Feder in der Mittellage, sondern auch die Beschleunigung der Masse im oberen Umkehrpunkt. Bei der Amplitude a und der Frequenz n ist diese Beschleunigung $n^2 \cdot a$, also können Schwingungen nur eintreten, wenn

$$n^2 \cdot a \leq g \quad \text{oder} \quad n^2 \leq \frac{g}{a} \quad \text{ist.}$$

Wird z. B. $a = 2$ cm gefordert, so muß

$$n^2 \leq \frac{490,5}{\text{sek.}^2}, \quad n \leq \frac{22,2}{\text{sek.}}, \quad \frac{n}{2\pi} \leq \frac{3,53}{\text{sek.}}$$

sein, d. h. mehr als 3,5 Schwingungen in der Sekunde kommen nicht zustande.

Raschere Schwingungen lassen sich nur auf Kosten der Amplitude $a \leq \frac{g}{n^2}$ und der

Energie $E \sim \frac{g^2}{n^4}$ erreichen; sie werden wenig sichtbar und von kurzer Dauer sein.

Bei der Masse zwischen zwei Federn fallen diese Beschränkungen fort, denn ihre Beschleunigung stammt nur von der Federkraft. Dieses Gerät ist also besonders geeignet für größere Schwingungszahlen, die zwischen den Pendelschwingungen und den tiefsten akustischen Schwingungen liegen.

Übrigens zeigen die bisherigen Versuche, daß die Federn bei dieser Anordnung weniger zu Querschwingungen neigen; die bei der hängenden Feder oft sehr störenden Pendelschwingungen fallen ganz fort. Das Gerät arbeitet natürlich auch in lotrechter Stellung; dabei tritt durch das Gewicht der Masse eine Senkung der Mittellage ein, die aber wegen der Steigerung der Elastizität ($e = e_1 + e_2$) gering ist. Für den nötigen Spielraum (Amplitude) sorgt — unabhängig von der Schwerkraft — die Vorspannung.

Erwähnt sei noch, daß hier das mechanische Gegenstück vorliegt zu einem elektrischen Schwinger, bestehend aus einer Spule zwischen zwei Kondensatoren, deren freie Belegungen beiderseits geerdet sind.

Über den Ausbau des Geräts zur Untersuchung von Kopplungsschwingungen handelt Physikalische Zeitschrift, 31. Jahrgang, 1930, Heft 21, S. 939 bis 943.

Normung chemischer Glasgefäße.

Von Wilhelm Volkmann in Berlin-Steglitz.

Nach mühevollen mehrjährigen Verhandlungen konnte die von der Deutschen chemischen Gesellschaft eingesetzte Gesellschaft für chemisches Apparatewesen (Dechema) gemeinsam mit dem Deutschen Normenausschuß im Juli 1927 die ersten zwölf chemischen Normenblätter der Öffentlichkeit übergeben. Die Bekanntgabe erfolgte in Essen in der Ausstellung für chemisches Apparatewesen (Achema) am 7. Juni 1927. Die Blätter führen in der oberen rechten Ecke das Zeichen DIN des Deutschen Normenausschusses und das Zeichen DENOG = Deutsche Normal-Geräte. Sie werden, wie alle Normenblätter, vom Beuth-Verlag, Berlin S 14, geliefert.

Für die Schule sind diese Normenblätter die wichtigsten von allen bisher ausgegebenen, abgesehen vielleicht von DIN 108, Diapositive, und DIN 476, Papierformate. Die Normung hat mit dem Übermaß verschiedener Formen, die man bisher in den Preislisten fand, gründlich aufgeräumt, und nur soviel bestehen lassen, als nach den Erfahrungen weitester Verbraucherkreise wirklich für den allgemeinen Laboratoriumsbedarf notwendig ist. Diese Vereinheitlichung wird drei wichtige Folgen

haben. Bisher wurden die chemischen Glasgeräte fast durchweg in Holzformen geblasen, deren Abnutzung übereinstimmende Erzeugnisse nicht zuläßt. Jetzt lohnt es für die Hütten, Metallformen anzuwenden, und sie werden auch zu solchen Formen übergehen, weil sie sonst die in den Normenblättern festgelegten Maße gar nicht einhalten können. Der Händler hat den Vorteil einer sehr viel wirtschaftlicheren Lagerhaltung. In einem Teil des früher nötigen Raumes bringt er eine ausreichende Menge dieser Gefäße unter, weil ihm nicht mehr Platz durch nutzlose Lagerhüter weggenommen wird. Der Verbraucher wählt mit größerer Sicherheit aus, erhält rascher Ersatz und in genau übereinstimmender Form. Ganz besonders angenehm für ihn ist, daß jetzt die Halsweiten auf $\pm 0,75$ mm eingehalten werden können; er wird also bei Bruch einer Kochflasche den vorbereiteten Kork für die Ersatzflasche verwenden können, während er bisher meist einen neuen zureichten mußte.

Blatt DENOG 1 gibt die genormten Bechergläser an. Nur eine hohe und eine niedrige Form wurden als wirklich notwendig anerkannt, die erste in 12 Größen von 25 bis 3000 ccm, die andere in 6 Größen von 150 bis 1000 ccm Kochinhalt. Bei 600 ccm Kochinhalt (gleich etwa 750 ccm bei Füllung bis zum Rande) hat das hohe Glas 80 mm Durchmesser und 150 mm Höhe, das niedrige 85 mm Durchmesser und 115 mm Höhe. Die hohen Bechergläser sind ohne Ausguß und mit Ausguß versehen, die niedrigen nur mit Ausguß.

Auf Blatt DENOG 2 sind 9 Kristallisierschalen und 9 gläserne Abdampfschalen, je mit und ohne Ausguß, von 40 bis 250 mm Durchmesser aufgeführt. Bei 80 mm Außendurchmesser haben beide Schalen 45 mm Höhe, die großen Kristallisierschalen sind im Verhältnis etwas flacher.

Blatt DENOG 3 bringt 10 Uhrglasschalen von 40 bis 280 mm Durchmesser. Die Krümmungshalbmesser sind ungefähr den Durchmessern der Schalen gleich, die kleinsten Schalen sind etwas flacher. Die Krümmungen sind so ausgewählt, daß die Schalen bis zu 125 mm Durchmesser aus genormten Rundkolben ausgeschnitten werden können.

Die folgenden Blätter zeigen auf der Rückseite eine Übersicht über alle genormten Glaskolben mit 15 kleinen Abbildungen. Mit dieser Übersicht sollen zugleich die Bezeichnungen vereinheitlicht werden, da der jetzige schwankende Sprachgebrauch zu Irrtümern Anlaß gibt. Dieselbe Übersicht wird im folgenden in anderer Form gegeben:

Boden gewölbt	Hals lang und eng	Langhals-Rundkolben . . .	DIN DENOG 4
" "	" " " " mit Seitenrohr	Fraktionskolben	" " 8
" "	" kurz " "	Kurz Hals-Rundkolben	" " 5
" "	" " " weit	Weithals-Rundkolben	" " 6
" "	Gefäß birnenförmig, Hals eng, lang	Kjeldahlkolben	" " 7
" flach	Kugelgefäß, Hals lang und eng	Langhals-Stehkolben	" " 9
" "	" " " kurz und weit	Weithals-Stehkolben	" " 10
" "	Kegelgefäß, Hals eng	enghalsige Erlenmeyerkolben	" " 11
" "	" " " weit	weithalsige Erlenmeyerkolben	" " 12

Blatt DENOG 4 gibt 4 Langhals-Rundkolben von 250 bis 1000 ccm Kochinhalt an. Der Hals kann einfach aufgeweitet und verschmolzen sein, wofür aus der Metallbearbeitung die Benennung Bördelrand neu eingeführt wird, oder er ist durch einen aufgelegten und angeschmolzenen Glasring verstärkt, was als aufgelegter Rand bezeichnet wird. Durch diese Verschiedenheit des Halsrandes stehen also im ganzen 8 Langhals-Rundkolben von paarweise gleicher Größe zur Auswahl.

Blatt DENOG 5 zählt 13 Kurzhals-Rundkolben von 25 ccm bis zu 10 Liter Kochinhalt auf. Die beiden kleinsten von 25 und 50 ccm werden nur mit Bördelrand, die 5 folgenden von 100 bis 1000 ccm in beiden Randformen, die 6 großen nur mit aufgelegtem Rand hergestellt, so daß es im ganzen 18 Kurzhals-Rundkolben gibt.

Blatt DENOG 6 bringt 9 Weithals-Rundkolben von 50 ccm bis zu 3 Liter Kochinhalt. Der kleinste hat nur Bördelrand, die 3 größten haben nur aufgelegten Rand, die 5 anderen beide Randformen. Die Zahl der verfügbaren Weithals-Rundkolben ist also 14.

Blatt DENOG 7 zeigt 8 Kjeldahlkolben von 50 ccm bis 2 Liter Kochinhalt.

Blatt DENOG 8 führt 8 Fraktionskolben von 20 bis 1000 ccm Kochinhalt auf, deren Seitenrohr vom Halsrand um ein Drittel der Halslänge entfernt ist, und dieselben 8 Kolben mit einem tiefer angebrachten Seitenrohr, das von der Kugel 25 mm entfernt an den Hals angesetzt ist. Der Winkel zwischen Hals und Rohr ist 75° , das Rohr ziemlich lang, 200 mm bei allen Kolben von 20 bis 500 ccm, 250 mm bei den beiden größeren, der Rohrdurchmesser ist 8 mm, und bei den beiden Kolben von 750 und 1000 ccm ist er 12 mm.

Blatt DENOG 9 zählt 13 Langhalsstehkolben von 20 ccm bis zu 10 Liter auf. Die Kugelgrößen sind dieselben wie bei den 13 Kurzhalsrundkolben, auch die Randausführung ist in derselben Weise festgesetzt, so daß 18 Langhals-Stehkolben sich ergeben.

Blatt DENOG 10 enthält die Weithals-Stehkolben, die in Größe und Randform den 14 Weithals-Rundkolben völlig entsprechen.

Blatt DENOG 11 zählt 12 Erlenmeyerkolben mit engem Hals von 25 ccm bis 5 Liter Kochinhalt auf.

Blatt DENOG 12 gibt 8 Erlenmeyerkolben mit weitem Hals von 100 ccm bis 2 Liter Kochinhalt.

Der Vorteil der Normung für den Verbraucher drückt sich besonders in der Vereinheitlichung der Halsweiten aus. In ihrem Musterverzeichnis von Einrichtungen und Lehrmitteln für den chemischen Unterricht (Verlag Quelle & Meyer) konnte die Staatliche Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht 1924 bereits auf diese wertvolle Wirkung der Normung hinweisen. Es werden bei allen Glasgefäßen für Gebrauch und Aufbewahrung nur noch zehn Halsweiten vorkommen. Die damals angesetzten Halsweiten haben inzwischen zum Teil ein wenig geändert werden müssen. Der Grund für diese Änderung ist, daß erst Erfahrungen gesammelt werden mußten über die Toleranzen, das heißt über die Abweichungen vom gewollten Maß, die sich bei der Herstellung nicht vermeiden lassen. Dem Wunsche, genaue Übereinstimmung der Einzelstücke zu haben, steht der andere Wunsch eines niedrigen Preises entgegen. Die Festsetzung der zulässigen Abweichungen ist der wichtigste und schwierigste Teil der Normung. Zu weite Toleranzen leisten zum Schaden des Verbrauchers einer lässigen Arbeit Vorschub, zu enge Toleranzen sind die Quelle von Streitigkeiten, steigern den Herstellungspreis in ungerechtfertigter Weise und schädigen sowohl Erzeuger wie Verbraucher. Bei der Festsetzung der Halsweiten ist von dem Wert auszugehen, den man der Halsweite zu geben wünscht. Die Wand soll einerseits dick genug sein, um die nötige Haltbarkeit des Gefäßes zu sichern. Der Inhalt macht ja eine beträchtliche Belastung aus, und der Hals wird von Klemmvorrichtungen gehalten, die nie so sanft wie eine Hand dem Halse sich anpassen. Andererseits soll die Wand dünn sein, damit die Wärme schnell auf den Inhalt des Gefäßes übertragen wird, und damit das Gefäß nicht zu empfindlich gegen rasche Erwärmung und Abkühlung wird. Wanddicke des Gefäßes und des Halses sind voneinander verschieden und hängen in einer Weise voneinander ab, die aus der Erfahrung in der Glashütte sich ergibt. Die verlangte Glasdicke kann der Glasbläser nicht genau einhalten. Auch dem Hersteller der Eisenform muß man eine kleine Abweichung vom verlangten Maß zubilligen. Das verlangte Maß der Form ist dadurch etwas unsicher, daß die Form aus kaltem Metall hergestellt und in heißem Zustand benutzt wird, während das Gefäß aus flüssigem Glas in heißer Form geblasen und in kaltem Zustand benutzt wird. Bedenkt man, daß die Gefäße nicht alle aus demselben Glase gemacht werden, daß die Mehrzahl derselben bisher nicht in eisernen, sondern in hölzernen

Formen geblasen wurde und daß die Aufgabe, verschiedenartigste Glasgefäße mit übereinstimmender innerer Halsweite zu erzeugen, völlig neu war, so begreift man, daß geraume Zeit nötig war, um die Erfahrungsunterlagen zu gewinnen und richtig zu werten und daß mancher Zweifel in langwierigen Beratungen und Umfragen geklärt werden mußte, bis es gelang, das heute so einfach erscheinende Ergebnis herauszuarbeiten. Die Halsweite der Kochgefäße bis 2 Liter Kochinhalt wird auf $\pm 0,75$ mm eingehalten werden.

Die zehn Halsweiten verteilen sich auf die Glasgefäße folgendermaßen (*Schräg-zahlen* beziehen sich nur auf Erlenmeyerkolben):

Innere Halsweite mm	Kochkolben aller Art		Aufbewahrungsgefäße	
	enghalsige ccm	weithalsige ccm	Flaschen ccm	Pulvergläser ccm
13	—	—	10, 25, 50, 100	—
18	25, 50, 100, 200	—	200, 250, 300	10
23	250	—	500, 1000	25, 50
28	300, 500, 750, 1000	50, 100	2, 3 Liter	100
38	1, 1½, 2, 3 Liter	200, 250, 300, 500, 750	5 Liter	200, 250, 300
47	4, 5, 6, 8 Liter	750	—	500, 1000
55	—	—	10, 15, 20 Liter	—
67	10 Liter	1, 1½, 2, 3 Liter	—	2, 3 Liter
90	—	—	—	5, 10 Liter
100	—	—	—	15, 20 Liter

13	Bodenhals (Tubus) an Tubusflasche von 1 Liter, Hals des Scheidetrichters und Tropftrichters von 50 ccm.
18	Tubus der 2-Liter-Tubusflasche, Hals der Waschflaschen von 100 und 200 ccm, Hals der Scheidetrichter und Tropftrichter von 100 und 200 ccm, Seitenhals bei allen Exsikkatoren.
23	Tubus der 5-Liter-Tubusflasche, Hals der Waschflaschen von 500 und 1000 ccm, Hals der Scheidetrichter und Tropftrichter von 500 und 1000 ccm, Hals im Trichter der KIPPSchen Gasentwickler aller Größen, Vorstoß am Kühler.
28	Tubus der 10-Liter-Tubusflasche, Hals der Scheidetrichter und Tropftrichter von 2500 und 5000 ccm, Seitenhals und Hals zur Aufnahme der Trichter in allen KIPPSchen Gasentwicklern.

Ein am 31. 12. 1929 gegebener Bericht der Dechema teilt mit, daß für Laboratorium-Glasgeräte bisher 57, für Metall- und Holzgeräte 10 Normenblätter erschienen sind. Weitere Blätter sind in Arbeit.

Statistische Angaben 1929 für den chemischen Unterricht.

Von Friedrich Hofmann in Altenburg (Thür.), Oberrealschule.

Das Berichtsjahr 1929¹ ist noch nicht wesentlich berührt von der Weltkrise, in der wir jetzt, nach 1930, stehen. Die statistischen Angaben für 1929 werden daher für wichtige Güter wesentlich höhere Mengen als das jetzt laufende Jahr aufweisen. Um den Rückgang des Jahres 1930 wenigstens teilweise zu erfassen, sind in der ersten Übersicht Zahlen der I. Halbjahre 1929 und 1930 gegenübergestellt.

Beachtlich ist auch die Steinkohlenförderung 1929 in unseren Nachbarländern Niederlande 11,5 Mill. t (1913 \sim 2 Mill. t und 1924 \sim 6 Mill. t) und Tschechoslowakei 16,7 Mill. t. Die Braunkohlengewinnung der Welt betrug im Jahre 1929 230 Mill. t, davon entfielen auf Deutschland 174 Mill. t, auf die Tschechoslowakei 22 Mill. t. — Das Jahr 1929 war für die Gewinnung von Steinkohle, Roheisen und Rohstahl ein bisher unerreichtes Höchstjahr. Europa blieb mit jedesmal ungefähr 50% der Gesamt-

¹ Vgl. diese Zeitschrift 39, S. 129—132; 40, S. 81—85; 41, S. 138—143; 42, S. 74—78; 43, S. 75—79.

Weltgewinnung 1929 und Angaben der Hauptländer für I. Halbjahr 1929 und 1930	a) Steinkohle in Millionen Tonnen			b) Roheisen in Millionen Tonnen			c) Rohstahl in Millionen Tonnen		
	1929	I. Halbjahr 1929	I. Halbjahr 1930	1929	I. Halbjahr 1929	I. Halbjahr 1930	1929	I. Halbjahr 1929	I. Halbjahr 1930
Welt: Insgesamt . . .	1319	—	—	98,7	—	—	120	—	—
Davon:									
Europa: Insgesamt . . .	~642	—	—	~51	—	—	~59	—	—
USA	552	266	240	43	22	18,6	55,2	29,5	24,1
Deutschland	163	78,5	73,3	13,4	6,6	5,6	16,2	8,3	6,6
Saargebiet	13,6	6,4	6,9	2,1	1,0	1,0	2,2	1,0	1,0
Frankreich	54,9	26,3	27,2	10,4	5,2	5,2	9,7	4,8	4,8
Belgien u. Luxemburg .	26,9	13,5	13,7	7,0	3,4	3,2	6,8	3,3	3,0
Großbritannien	260	130	128	7,7	3,7	3,8	9,8	5,0	4,4
Polen	46	21,8	17,5	0,7	0,35	0,25	1,4	0,75	0,6
Rußland (UdSSR.) . . .	40,3	19,3	24,7	4,3	2,1	2,6	4,9	2,4	2,9
Japan	32	16,2	15,5	1,5	—	—	2,3	—	—

zahlen an der Spitze gegenüber Amerika. Der Rückgang im I. Halbjahr 1930 ist besonders stark bei Deutschland, Polen und USA. Im II. Halbjahr 1930 setzt sich dieser Rückgang fast bei allen Ländern durch und beträgt ~20% gegen das II. Halbjahr 1929.

Der Rückgang im I. Halbjahr 1930 ist besonders stark bei Deutschland, Polen und USA. Im II. Halbjahr 1930 setzt sich dieser Rückgang fast bei allen Ländern durch und beträgt ~20% gegen das II. Halbjahr 1929.

Erdöl. Wiederum ist die Rohölgewinnung der Welt¹ um mehr als 10% gegen das Vorjahr auf 206 Mill. t im Jahre 1929 gestiegen. Von dieser Höchstzahl entfielen auf USA 138; Venezuela 20,3; Rußland 13,5; Ndl.-Indien 5,4 Mill. t. Die übrigen Länder förderten ungefähr die gleichen Mengen wie 1928, nur bei Mexiko mit 6,8 Mill. t im Jahre 1929 ist ein Rückgang zu verzeichnen. Auch Deutschlands Förderung an Roherdöl ist um 10% auf 102 000 t 1929 gestiegen; für 1930 ist eine ganz bedeutende Steigerung der deutschen Förderung durch neue Aufschlüsse in Hannover sichergestellt. Trotzdem steht die Erdölgewinnung Deutschlands in sehr ungünstigem Verhältnis zum Verbrauch an Erdöldestillaten. Im Jahre 1929 mußten wir z. B.

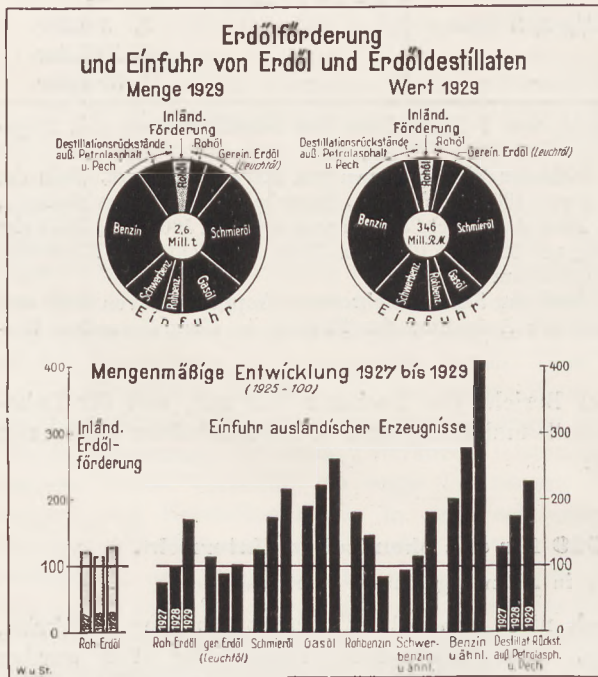


Fig. 1. Aus „Wirtschaft und Statistik“, herausgegeben vom Statistischen Reichsamte. Verlag Reimar Hobbing, Berlin SW 61.

713 000 t Benzin im Werte von 118 Mill. RM und 650 000 t Schmieröle im Werte von ~100 Mill. RM einführen. Fig. 1 zeigt die erdrückende Abhängigkeit Deutschlands und die starke mengenmäßige Entwicklung der Einfuhr ausländischer Erdöldestillate in den letzten Jahren.

Eng verknüpft mit der Erdölgewinnung ist die Gewinnung von Naturgas, von dem in USA 44,4 Milliarden cbm 1928 gewonnen wurden. Rechnet man 1 cbm

¹ Diese Zeitschrift 43, S. 77 (1930).

Naturgas zu 1 kg Gewicht, so ergeben sich daraus über 40 Millionen t Naturgas. Auch in Polen, Rumänien, Rußland und Ndl.-Indien wird Naturgas in vergleichsweise geringen Mengen gewonnen.

Nichteisenmetalle. Seit dem Jahre 1928 ist die Reihenfolge der wichtigen Nichteisenmetalle nach der Gewichtsmenge hinsichtlich Gewinnung und Verbrauch Kupfer, Blei, Zink, Aluminium, Zinn. Die ausführlichen, internationalen Zahlenangaben im Statistischen Jahrbuch für das Deutsche Reich 1930, 49. Jahrg. Anhang, zeigen für das Jahr 1929 Höchstzahlen in der Gewinnung dieser Metalle; für 1930 ist vermutlich mit geringeren Produktionszahlen zu rechnen.

Der Wert (ab Grube) für die geförderten Erze belief sich 1929 auf rund 145 Mill. RM (Eisenerze 62 Mill. RM, Blei-Silber-Zinkerze 36 Mill. RM und Kupfererze 29 Mill. RM).

Der Wert der Gesamterzeugung der 60 betriebenen Kaliwerke (Schächte) betrug 1929 238 Mill. RM (223 Mill. RM Kalisalze und 15 Mill. RM Nebenprodukte).

Margarineindustrie². Die hauptsächlich bei Hamburg und am Niederrhein gelegenen deutschen Margarinefabriken (88 Betriebe) wiesen im Jahre 1928 (1913) eine Produktion von 487 000 t (200 bis 250 000 t) auf. Der Wert der Erzeugung ab Fabrik betrug 541 Mill. RM. Von der erzeugten Menge entfielen auf Margarine (butterähnlich, mit Milchsatz bereitet) 90%, auf unvermischte Speisefette (Kokosfett, Erdnußhartfett) 7% und auf Kunstspeisefett (ohne Milch bereitete Mischfette mit 99,5% Fettgehalt) 3%. Ursprünglich wurden bekanntlich hauptsächlich tierische Fette zur Margarineherstellung verwendet, jetzt (1928) werden die Erzeugnisse der deutschen Margarineindustrie vorwiegend, nämlich zu 78%, aus pflanzlichen Fetten und Ölen hergestellt; nur 6% des Fettstoffverbrauchs sind tierische Fette (Feintalg, Oleomargarine), dazu kommen 16% Harttrane (Fig. 2). Die kurz vor dem Krieg gefundenen Verfahren

Bergbau Deutschlands 1929¹.

Roherze und Salze	In 1000 t (1 t = 1000 kg)
Eisenerz, roh	6 370
Eisenerz, Fe-Gehalt	2 080
Blei-Silber-Zinkerz, roh	1 880
„ „ „ Zinkgehalt	142
„ „ „ Bleige halt	60
Kupfererz, roh	1 030
Kupfererz, Kupfergehalt	29
Schwefelerz, roh	352
Schwefelerz, Schwefelgehalt	150
Übrige Roherze und Bauxit	28
Kochsalzgewinnung	3 991
davon Steinsalz	2 631
davon Siedesalz	501
davon Solesalz	859
Kaliohosalze	13 316
K ₂ O-Gehalt der Produkte	1 482
Graphitgestein, roh	21
Erdöl	102
Asphalt	145
Steinkohle	163 000
Braunkohle	174 000

Rohstoffverbrauch der Margarineindustrie
im Jahre 1928

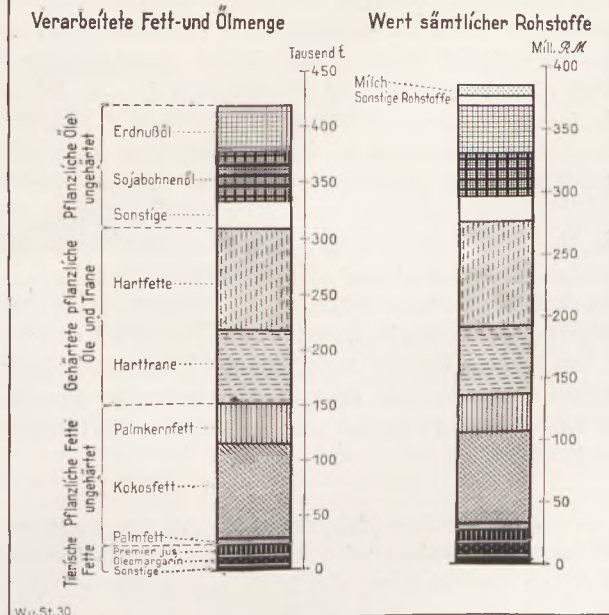


Fig. 2.

Aus „Wirtschaft und Statistik“, herausgegeben vom Statistischen Reichsamte. Verlag Reimar Hobbing, Berlin SW 61.

¹ Zum Vergleich diese Zeitschrift 41, S. 140 und Wirtschaft u. Statistik 10, S. 698—700; S. 737—739; S. 772—775. (1930). ² Wirtschaft u. Statistik 10, S. 487—488.

der Fetthärtung gestatten es, auf die billigeren pflanzlichen Öle und den Tran zurückzugreifen. Der Schwerpunkt des Rohstoffgebiets liegt in den Tropen. Der wichtige inländische Rohstoff, die Milch, meist Magermilch, war mit 800 000 hl im Werte von 9 Mill. RM oder 2⁰/₀ am gesamten Rohstoffwert beteiligt. 1 kg Margarine enthielt im Jahre 1928 durchschnittlich $\frac{1}{5}$ l Milch. Der Margarineverbrauch je Kopf der Bevölkerung betrug 7,6 kg und hat sich gegen 1913 verdoppelt. Ein- und Ausfuhrhandel mit Erzeugnissen der Margarineindustrie ist kaum zu verzeichnen.

Für die Praxis.

Zur Reduktion des Kohlendioxyds. Von Dr. P. Pudschies in Erfurt.

Die von S. GENELIN in dieser Zeitschrift 43, 164 (1930) angegebene Ausführung des Kohlenstoffnachweises im Marmor veranlaßt mich, eine ebenso einfache wie anschauliche Variante dieses Versuchs zu empfehlen. In Anlehnung an einen Schülerversuch aus ARENDT-DOERMER, Techn. d. Exper. Chemie, 5. Aufl. S. 343, leitet man die aus Marmor und Salzsäure entwickelte Kohlensäure in ein etwas schräg in eine Stativklammer befestigtes Reagenzglas, in das man wenige (etwa 3 bis 4) ccm Magnesiumpulver eingefüllt hat. Das Gaszuleitungsrohr biegt man sich so zurecht, daß der in das Reagenzglas ragende Schenkel wenig über dem Magnesiumpulver mündet. Nach kurzer Zeit hat das Kohlendioxyd alle Luft aus dem Reagenzglas verdrängt, und nun erhitzt man das Mg-Pulver im unteren Teil des Probierrglases. Sobald die Entzündung eintritt, entfernt man die Flamme und beobachtet das intensive Durchglühen des Mg-Pulvers. Nach dem Erkalten erscheint der Inhalt des Reagenzglases völlig schwarz durch abgeschiedene Kohle. Über dieser liegt eine dünne Schicht des gleichzeitig entstandenen weißen MgO. Während des ganzen Versuches bis zum völligen Erkalten des Inhaltes streicht ein schwacher Strom von CO₂ durch das Probierrglas.

Verwendet man zur Entwicklung der Kohlensäure etwa den schlichten Apparat von BURGEMEISTER (vgl. ARENDT-DOERMER, Technik d. Exper. Chemie 5. Aufl. Fig. 186), vielleicht mit der unwesentlichen Vereinfachung, daß der Marmor enthaltende Zylinder unten lediglich durch einen einfach durchbohrten Kork mit kurz Halsigem, zugleich als Fuß dienenden Trichter verschlossen ist, so ist der Versuch mit einfachsten Mitteln in jeder Schule ausführbar.

Mit getrocknetem, in kleine Stücke zerschnittenen Na und geraspeltem Ca (Ca met. resp. des Handels) gelingt der Reduktions-Versuch in gleicher Weise.

Die Verwendung von schwerschmelzbaren Röhren für diese Versuche, wie sie in den Handbüchern der Experimentalchemie im allgemeinen empfohlen wird, ist umständlicher und vor allem kostspieliger, weil bei diesen Versuchen angesichts der starken Wärmeentwicklung bei beginnender Reaktion die schwerschmelzbaren Röhren regelmäßig zu springen pflegen. Überhaupt empfiehlt es sich, die Verwendung schwerschmelzbarer Röhren weitgehendst einzuschränken; sie lassen sich in den allermeisten Fällen mit Vorteil durch entsprechende Reagenzgläser ersetzen. Für die obengeschilderten Versuche genügen meiner Erfahrung nach gewöhnliche Reagenzgläser durchaus.

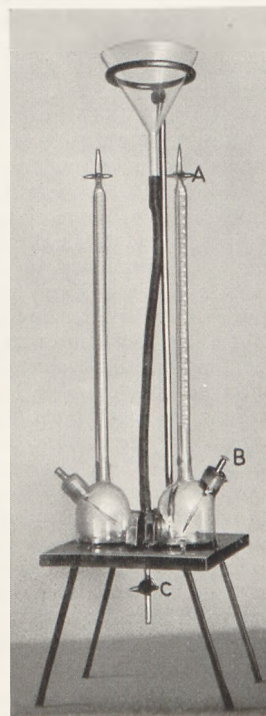
Weißes Eisen(2)hydroxyd. Von Dr. E. H. F. Mager in Vegesack. — Ein kleiner Erlenmeyer-Kolben wird zur Hälfte mit stärkstem Salmiakgeist gefüllt und mit einem Stopfen verschlossen, durch dessen Bohrung ein kleiner Trichter geht, ohne in die Flüssigkeit einzutauchen. In einem trockenen Reagenzglase mische man eine erbsengroße Menge Jod mit der dreifachen Menge Eisenstaub, füge wenige Kubikzentimeter Wasser hinzu, schüttele einmal kräftig um und halte das Glas dann ruhig. Ein ganz geringes Aufbrausen erfolgt, das man in der haltenden Hand als Erschütterung fühlt und als leises, knurrendes Geräusch hört, und das von einer leichten Erwärmung

begleitet ist. Sofort filtriert man in das Ammoniakkölbchen. Jeder Tropfen des Eisenjodides gibt eine fast rein weiße Fällung von niedersinkendem Eisen(2)hydroxyd. Öffnet man schließlich das Kölbchen und läßt Wasser in kräftigem Strahl einlaufen, so färbt sich der weiße Niederschlag sofort grünlich und schwarzgrün, oben zuletzt braun. Stellt man aus Eisenstaub und konzentrierter Salzsäure Eisen(2)chlorid her und filtriert noch warm und schäumend in ein gleiches Ammoniakkölbchen, so erhält man fast nur grünliches Eisenhydroxyd.

Ein stets gebrauchsfertiger Wasserzersetzungsgesetzapparat.

Von Dr. H. Schuh in Trier.

Wasserzersetzungsgesetzapparate sind in den Sammlungen meist vorhanden, aber — zum Leidwesen der Sammlungsverwalter — sehr oft unbrauchbar, besonders deshalb, weil durch herabtropfende Säure bei längerem Stehen des Apparates die Kupferdrahtverlängerungen der Platin-Einschmelzungen meist zersetzt sind. Die Figur stellt einen Wasserzersetzungsgesetzapparat¹ dar, der sich gut bewährt hat und stets gebrauchsfertig ist. Die Elektroden aus Platin befinden sich bei *B* in Gummistopfen. Diese sitzen in rund geschliffenen Glasansätzen, so daß vollständige Dichtigkeit erzielt wird. Die Elektroden sind so angeordnet, daß die Gasblasen sämtlich in die graduierten Schenkel *BA* emporsteigen. An Stelle der Pt-Elektroden können Kohlelektroden umgewechselt werden zur Zersetzung von Salzsäure. Der Trichter dient zum Einfüllen der Säure, zum Ablassen der Hahn bei *C*. Der Apparat ist deshalb auf einem Stativ angeordnet.



Berichte.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Über neuere Untersuchungen, die die durchdringende Höhenstrahlung betreffen. Bericht von R. PYRKOSCH in Breslau.

Die Untersuchungen von MILLIKAN und CAMERON über die Absorbierbarkeit der Höhenstrahlung durch Wasserversenkungen in den Hochlandseen Boliviens, über die in dieser Zeitschrift (43, 169; 1930) berichtet worden ist, sind durch ähnliche fortgeführt worden, die von REGENER und STEINKE gesondert angestellt worden sind. Von den beiden Amerikanern war eine Abnahme der Ionisation bis zu etwa 50 m Wassertiefe beobachtet und aus der Absorptionskurve geschlossen worden, daß die Strahlung aus 3 Komponenten bestehe, von denen die härteste einen Absorptionskoeffizienten $\mu = 0,04$ pro Meter Wasser besaß. Die Untersuchungen von REGENER wurden mit Unterstützung der Drachenstation und der Behörden im Bodensee ausgeführt an einer Stelle, wo der See in größerer Ausdehnung eine Tiefe von 250 m hat (Naturw. 17, 183; 1929). Sein Ionisationsapparat ging an Abmessungen und Empfindlichkeit erheblich über die von den

Amerikanern benutzten hinaus. Die Ionisationskammer war eine Stahlbombe von 1 cm Wandstärke und etwa 39 l Inhalt, die mit Kohlensäure von 30 Atmosphären Druck gefüllt war. Eine zentrale Elektrode war mit einem aufgesetzten Einfadenelektrometer besonderer Konstruktion verbunden. Der Rückgang des anfänglich auf 600 Volt aufgeladenen Elektrometers wurde durch stündlich auf einige Sekunden einsetzende seitliche Beleuchtung auf feststehender photographischer Platte fixiert. In jeder Wassertiefe gingen die Registrierungen über 2 Tage. Der 130 kg schwere Registrierapparat wurde schließlich an einem auf 25 Atmosphären Druck geprüften Kessel aufgehängt, dessen Auftrieb im Wasser etwa 35 kg größer war als das Gewicht des Apparates im Wasser. Durch einen mit passender Seillänge angehängten Anker von etwa 60 kg konnte dann der Kessel mit dem Registrierapparat auf jede gewünschte Wassertiefe herabgezogen werden. Ein zweites vom Anker ausgehendes Drahtseil führte zu einer Boje an der Wasseroberfläche, von der aus die ganze Anordnung wieder

¹ Wird angefertigt von der Firma Meiser & Mertig, Dresden N 6.

hochgeholt werden konnte. Da die Wellen an der Oberfläche sich nur in sehr geringer Tiefe noch bemerkbar machten, befand sich der Apparat in den großen hier benutzten Tiefen in vollkommener Ruhe, so daß die Registrierungen ganz scharf erhalten wurden. Das Ergebnis war dieses: An der Oberfläche betrug der Voltabfall pro Stunde etwa 40, in 32,4 m Tiefe 3,55 nach Abzug der Restionisation, in 78,6 m Tiefe 0,87, in 105,2 m Tiefe 0,53, in 153,5 m 0,22, in 173,6 m 0,15, in 186,3 m 0,106, in 230,8 m 0,051. Wie man sieht, nimmt die Ionisation noch beim Übergang von 186,3 auf 230,8 m Tiefe merklich ab. Die Restionisation, die durch die Aktivität des Gefäßes bedingt ist und durch Verzinkung der Innenwand, sorgfältige Reinigung und Trocknung des Füllgases möglichst klein gemacht worden war, wurde unter der Annahme berechnet, daß die Abnahme der Ionisationswerte in 153,5, 173,6 und 230,8 m Tiefe nach einer einfachen Exponentialfunktion erfolgt, so daß bei logarithmischer Darstellung die zugehörigen Punkte in einer Geraden liegen. Sie ergibt sich dann zu 0,78 Volt pro Stunde, so daß in 230,8 m Tiefe noch 0,05 Volt pro Stunde auf die Höhenstrahlung kommen. Es ist nun bemerkenswert, daß bei der obigen Annahme auch noch die Punkte, die den Logarithmen der Ionisation in 105,2 und 78,6 m Tiefe entsprechen, merklich auf dieselbe Gerade fallen, was von 78,6 m an abwärts eine homogene Strahlung mit $\mu = 0,018$ pro Meter Wasser bedeuten würde. Der Wert stimmt gut überein mit demjenigen, den MILLIKAN und CAMERON für eine härteste Strahlungskomponente aus ihrer Theorie errechnet hatten, ohne sie experimentell nachweisen zu können (diese Zeitschr. 43, 173; 1930). Oberhalb 78,6 m steigt der Absorptionskoeffizient an und kommt in die Nähe der bekannten Werte.

Von möglichen Fehlerquellen kommt in erster Linie eine mit der Wassertiefe abnehmende Radioaktivität des Seewassers in Betracht, die die große beobachtete Durchdringungsfähigkeit der Höhenstrahlung vortauschen könnte. Dieser Punkt ist deshalb von REGENER weiter untersucht worden (Verhandl. d. dtsh. phys. Ges. 3. Reihe, 11, Nr. 2, S. 27). Der Registrierapparat befand sich dabei im Innern eines 2,5 m im Durchmesser haltenden Kessels, der mit Wasser von der Oberfläche des Sees gefüllt in die verschiedenen Wassertiefen bis 237 m versenkt wurde. Die Wasserschicht im Kessel schützte den Apparat vor der Einwirkung einer möglichen Aktivität des äußeren Wassers. Dabei wurde die Existenz der vorher gefundenen härtesten Strahlungskomponente mit $\mu = 0,018$ bestätigt, und die neue Absorptionskurve stimmte mit der früheren so gut überein, daß die Aktivität des Seewassers als belanglos dargetan war. Direkte Messungen zeigten, daß sie die von destilliertem Wasser nicht übertrifft.

Über ähnliche Messungen berichtet STEINKE (Zeitschr. f. Phys. 58, 183; 1929). Auch er benutzte einen Hochdruckionisationsapparat, der sich bereits bei Messungen in den Schweizer Bergen bewährt hatte, mit photographischer Registrierung

des Elektrometerfadens. Das Ionisationsgefäß war mit einem 7 cm dicken Bleipanzers alleseitig umgeben, wodurch normale radioaktive Strahlung bis auf wenige Prozent abgeschirmt wurde. Der Apparat befand sich mit seinem Panzer in einem eisernen zylindrischen Gefäß von 12 mm Wandstärke, das in beliebige Wassertiefen versenkt werden konnte. Die elektrische Leitung zwischen dem Apparat, dem Schaltkasten und den Batterien für die Registriervorrichtung und die Schneidenspannung des Elektrometers wurde durch mehradrige Gummikabel hergestellt. Das große Gewicht von 400 kg stellte so hohe Anforderungen an den technischen Aufwand, daß wie bei den Versuchen von REGENER weitgehende Unterstützung der in Betracht kommenden Behörden benötigt wurde. Die Messungen wurden in zwei masurischen Seen in der Weise ausgeführt, daß im See ein 60 t-Prahm verankert wurde, von dem aus mit Hilfe eines Anlegers die Apparatur auf die gewünschte Tiefe herabgelassen wurde, wobei mit der Registrierung bei ruhigem und bewegtem Wasser ähnliche Erfahrungen gemacht wurden wie bei den Messungen im Bodensee. Der Apparat blieb dann 6 bis 24 Stunden im Wasser, während welcher Zeit die Registrierungen stündlich erfolgten. Da über eine Tiefe von 38 m nicht hinausgegangen werden konnte, waren die Messungen hauptsächlich als eine Kontrolle der MILLIKANSchen von Bedeutung. Sie stellten gegen die letzteren insofern einen Fortschritt dar, als MILLIKAN nicht den Restgang seiner Apparate direkt bestimmt und diese nicht gegen etwaige radioaktive Einflüsse der Umgebung abgeschirmt hatte. Der Restgang des Ionisationsapparates war seinerzeit im Albulatunnel unter 1000 m Gestein und bei fast vollkommener Abschirmung der Gesteinstrahlung durch 12 cm Eisen zu 0,20 Ionen pro Sekunde bestimmt worden. Wie wichtig eine sichere Bestimmung des Restgangs ist, erhellt z. B. aus dem Umstande, daß MILLIKAN aus einem Restgange von 2,6 Ionen, der sich aus den Wassermessungen zu ergeben schien, einen kleinsten Absorptionskoeffizienten von 0,1 pro Meter Wasser aus seiner Kurve errechnete, während ein sich den Messungen besser anpassender von 2,4 Ionen einen halb so großen ergab. Die überraschend gute Übereinstimmung der STEINKESchen Messungen mit den MILLIKANSchen zeigt, daß bei den letzteren wie bei den REGENERschen die Aktivität des Wassers keine Rolle gespielt hat.

Derselbe Autor berichtet über Schwankungen und Barometereffekt der kosmischen Ultrastrahlung im Meeresniveau (Zeitschr. f. Phys. 64, 48; 1930). Der Inhalt der Arbeit ist kurz folgender: Während des Jahres 1929 wurden 20 Meßreihen mit insgesamt 3500 Registrierstunden aufgenommen, teils mit allseitig geschlossenem Eisenpanzer von 12 cm Dicke, teils mit in der Mitte geöffnetem Panzer, um auch der weicheren Strahlung Zutritt zu gewähren. Das umfangreiche Registriermaterial ergab, daß zahlreiche Strahlungsschwankungen teils periodischer, teils unperiodischer Art auftraten, nämlich solche spiegelbildlich zum Barometerstand, so daß einem

größeren Luftdruck eine geringere Strahlung entspricht und umgekehrt; periodische Schwankungen mit der Jahreszeit, unregelmäßige Intensitätsänderungen über längere Zeiträume aus unbekanntem Ursachen, endlich periodische Schwankungen nach Sternzeit. Der sehr unregelmäßige Barometereffekt scheint sich im Mittel dadurch zu erklären, daß bei hohem Barometerstande die Strahlung in der Atmosphäre stärker absorbiert wird, bevor sie den Erdboden erreicht, als bei niedrigem. Die Schwankungen nach Sternzeit würden den kosmischen Ursprung der Strahlung und die Existenz besonderer Emissionszentren nahe legen. Über diesen Punkt ist vor einiger Zeit in dieser Zeitschrift ausführlich berichtet worden (43, 29; 1930).

Im letzten Winter sind von CORLIN in Abisko Messungen der Höhenstrahlung mit einem Apparat von KOHLHÖRSTER in einem großen, oben offenen Eisenpanzer angestellt worden (Naturwiss. 18, 600; 1930). Die aus den Registrierungen gewonnenen Mittelwertkurven stimmen im wesentlichen mit den Messungen von KOHLHÖRSTER, SALIS, BÜTTNER und STEINKE hinsichtlich der Sternzeitperiode überein, doch sind seine Ergebnisse neuerdings von HOFFMANN und LINDHOLM angezweifelt worden (Naturwiss. 18, 816; 1930). Diese Autoren sind zur Zeit mit Messungen beschäftigt, die zeigen, daß die Ultrastrahlung in einem allseitig geschlossenen Panzer von 10 cm Blei, durch den die Radiumstrahlung der Umgebung auf 1% abgeschirmt wird, bei Reduktion auf gleichen Luftdruck im Laufe eines Tages sehr konstant ist. Wenn der Panzer oben geöffnet wird, besitzt die nun hinzutretende weiche Einstrahlung ein deutliches Morgen- und Vormittagsminimum und ist auch vom Wetter abhängig. Es wird aber vermutet, daß diese Erscheinungen auf Radiumeffekte zurückzuführen sind. Diese klaren Ergebnisse liefert aber nur die gut kompenzierte Apparatur. Wird die Kompensation weggelassen, so beginnen die üblichen Schwankungen, die aber mit der Sternzeit kaum etwas zu tun haben. Der Gegenstand scheint also immer noch wenig geklärt zu sein.

Weitere Untersuchungen über die Höhenstrahlung durch BOTHE und KOHLHÖRSTER (Naturwiss. 17, 271; 1929 und Zeitschr. f. Phys. 56, 753; 1929) sind durch einen von GEIGER und MÜLLER angegebenen Elektronenzähler veranlaßt worden (Naturwiss. 16, 617; 1928). Dieser besteht im wesentlichen aus einem Metallrohr, längs dessen Achse ein dünner Draht ausgespannt ist, der möglichst gleichmäßig mit einer schlecht leitenden Haut überzogen ist. Die isolierende Wirkung dieser Haut erlaubt es, die Spannung zwischen Draht und Metallrohr über das Funkenpotential zu steigern. Jeder Elektronenstrahl, der das Rohr irgendwo durchsetzt, ruft dann einen kräftigen Ionisationsstrom hervor, der aber infolge der Aufladung der Oberflächenhaut sofort wieder abreißt. Die einzelnen Stromstöße werden durch ein Fadenelektrometer sichtbar gemacht. Die Anordnung stellt daher einen auf Korpuskularstrahlen ansprechenden Zähler dar, der im Gegen-

satz zu den bisher gebräuchlichen den Vorzug einer großen wirksamen Fläche, nämlich der ganzen äußeren Fläche des Metallrohres, besitzt. Damit steht im Einklang, daß die Ausschlagszahl der Rohroberfläche proportional ist. Die Empfindlichkeit eines solchen Zählrohres ist nach GEIGER und MÜLLER außerordentlich: Stellt man eines von größerer Oberfläche ohne Strahlungsschutz in einem Zimmer auf, so zeigen sich Hunderte von Ausschlägen in der Minute, die von der Höhenstrahlung, von der Strahlung der Zimmerwände, des Erdbodens usw. herrühren. In dem Maße aber, in dem man das Zählrohr durch Metallpanzer gegen diese Strahlungen abschirmt, nimmt auch die Zahl der Ausschläge ab, bis nur noch die durch die Eigenstrahlung des Rohres und durch die härtesten Komponenten der Höhenstrahlung bedingten übrig bleiben.

KOHLHÖRSTER machte nun die Wahrnehmung, daß wenn zwei solche Zählrohre nebeneinander in ein γ -Strahlenfeld gestellt wurden, neben den zeitlich verschiedenen Stromstößen auch gleichzeitige in den Zählern auftraten (Naturwiss. 16, 1044; 1928) und deutete eine solche Koinzidenz dahin, daß beide Zähler von demselben Sekundärelektron durchsetzt werden. Die Ausschläge der beiden Zählrohre wurden auf einem gemeinsamen Film registriert, so daß die Koinzidenzen auf ihm leicht abgelesen werden konnten. Wurden die Rohre vertikal übereinander gestellt, so ergaben sich bereits bei 10 cm Bleipanzierung etwa 3mal so viel Koinzidenzen, als wenn die Rohre horizontal nebeneinander angeordnet waren. Wenn die Korpuskularstrahlen als Sekundärelektronen erklärt wurden, die durch den COMPTON-Prozess von der Höhenstrahlung ausgelöst wurden, so ist anzunehmen, daß diese Elektronen bei der Härte der primären Strahlung im wesentlichen in deren Richtung verlaufen. Die Verschiedenheit bei vertikaler und horizontaler Anordnung wird daher von KOHLHÖRSTER dadurch erklärt, daß die Vertikale für die Höhenstrahlung Vorzugsrichtung ist, während z. B. die Versuche von MILLIKAN die Strahlung als isotrop erscheinen ließen.

Es lag nahe, absorbierende Schichten zwischen die beiden Rohre zu bringen, um ihren Einfluß auf die Koinzidenzen der Höhenstrahlung zu untersuchen. Deshalb wurde für die Rohre, die 5 cm Durchmesser, 10 cm Länge hatten und mit trockener, kohlenensäure- und emanationsfreier Luft von 4 bis 6 cm Druck gefüllt waren, ein Gestell angefertigt, das erlaubte, Absorberschichten bis zu 45 mm Dicke zwischen sie zu bringen. Die ganze Vorrichtung befand sich in einem Panzer von 5 cm Eisen innen und 6 cm strahlungsfreiem Blei außen, in den die Zuleitung für die Hochspannung der Zählrohre und die Verbindungen zwischen den Zentralelektroden und Elektrometern isoliert eingeführt waren. Als Absorber wurden zuerst 1 und 4 cm Blei benutzt, doch bewirkten sie keine merkliche Abnahme der Koinzidenzen. Dann wurde ein Goldblock von 4,1 cm verwendet, doch mit demselben Mißerfolge. Die Versuche wurden in einem unteren Stockwerk des Haupt-

gebäudes der Reichsanstalt in Charlottenburg ausgeführt, und die Höhenstrahlung war, bevor sie auf die Zählrohre traf, bereits erheblich gehärtet, da sie eine Materieschicht von etwa 3 m Wasseräquivalent durchsetzt hatte. Deshalb brachten BOTHE und KOHLHÖRSTER den Apparat auf den Dachboden unter ein Oberlichtfenster und ließen die Decke des Panzers fort, um mit möglichst ungefilterter Strahlung zu arbeiten. Entsprechend der größeren Intensität ergaben sich die Zahlen der Ausschläge bei den beiden Röhren einzeln sowie die der Koinzidenzen größer als im Erdgeschoß. Beim Einschalten des Goldblocks nahmen die Ausschläge des unteren Zählrohres und vor allem die Koinzidenzen deutlich ab, während die Ausschlagszahl des oberen Zählrohres ungeändert blieb. Wird die Häufigkeit der Koinzidenzen als Funktion der Absorberdicke aufgetragen, so ergibt sich unmittelbar die Absorptionskurve der Korpuskularstrahlung. Doch sind lange Versuchsreihen erforderlich, um auch nur mäßige Genauigkeit zu erzielen. So betrug bei den Hauptversuchen die maximale Häufigkeit der Koinzidenzen nur 2,7 pro Minute, und um diese Durchschnittszahl zu erhalten, waren rund 90000 Einzelausschläge zu registrieren. Die Richtigkeit dieses Meßprinzips war vorher mit $\text{RaC}\gamma$ -Strahlung geprüft worden. In dieser Weise ergab der Versuch mit dem Goldblock einen Massenabsorptionskoeffizienten $\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{Au}} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{gr}$.

Für die ungefilterte Höhenstrahlung selbst sind in verschiedenen Substanzen im allgemeinen Koeffizienten zwischen 2 und $5 \cdot 10^{-3}$ bestimmt worden. Die Koinzidenzen nehmen also ungefähr nach dem Absorptionsgesetz der primären Strahlung selbst ab. Die beiden Autoren sind daher der Ansicht, daß es am einfachsten sei, die Höhenstrahlung selbst als mit der Korpuskularstrahlung identisch zu betrachten, da nach den bisherigen

Erfahrungen die nach dem Comptonprozeß aus einer primären γ -Strahlung hervorgehende sekundäre β -Strahlung erheblich weicher sein müßte. Sie berechnen, daß nach dieser Auffassung auf das Kubikzentimeter der freien Erdoberfläche pro Sekunde 0,01 Höhenstrahlungsteilchen fallen, deren Ionisationsvermögen etwa 90 Ionenpaare pro Quadratzentimeter Normalluft betragen würde. Sie weisen auch auf die Möglichkeit hin, daß die Strahlen, wenn sie in die Nähe der Erde gelangen, durch das erdmagnetische Feld beeinflußt werden könnten. Wie schon früher in dieser Zeitschrift berichtet, haben MILLIKAN und CAMERON diesen Einfluß verneint, indem sie feststellten, daß die Höhenstrahlung sich nahe am Äquator genau so verhält wie in höheren Breiten, während Betastrahlen, die aus dem Weltall in die Erdatmosphäre eindringen, sich an den Polen anhäufen und in höheren Breiten eine stärkere Wirkung ergeben sollten als am Äquator. Es möge noch ein Bedenken gegen die Auffassung von BOTHE und KOHLHÖRSTER erwähnt werden, das von STEINKE in seiner oben als Bericht wiedergegebenen Arbeit erhoben wird. Dieser Autor hat früher den experimentellen Beweis dafür erbracht, daß bei der Absorption der Höhenstrahlung komplizierte Streuprozesse auftreten, wodurch besonders beim Übergang von einem Medium ins andere die Bestimmung des Absorptionskoeffizienten illusorisch wird. So stimmt z. B. bei Messungen in einer Übergangszone von Blei zu Luft der Absorptionskoeffizient der Höhenstrahlung nicht mit dem in einem homogenen Medium gemessenen überein, sondern fällt wesentlich größer aus. Diese als Übergangseffekt von ihm bezeichnete Erscheinung, die auch von den russischen Forschern MYSSOWSKI und TUWIM bestätigt und ergänzt worden ist, müßte auch in der Übergangszone von Gold nach Luft einen zu großen Absorptionskoeffizienten ergeben.

4. Unterricht und Methode.

Physikalisch - chemische Kosmographie im Unterricht. VON KARL SCHAUM in Gießen.

Als ich vor kurzem im Planetarium zu Jena der Vorführung des Sternschauspiels „Das große Jahr“ beiwohnte und einen der stärksten Eindrücke meines Lebens empfang, beglückwünschte ich die Generationen und Kreise, denen auf solch wundervollem Wege wichtige Grundlagen der Himmelskunde vermittelt werden; und nicht ohne Wehmut dachte ich daran, wie unser längst dahingegangener, vortrefflicher Mathematiker WEIDENMÜLLER, der mit den rührend bescheidenen Hilfsmitteln des Marburger Gymnasiums einen ausgezeichneten Physikerunterricht zu geben verstand, uns die Grundlagen der Astrometrie ohne Modelle, lediglich an Hand theoretischer Erörterungen sowie rechnerischer und graphischer Darstellungen vermitteln mußte. In gleicher Weise lenkten und lenken noch heute zahlreiche Lehrer in heißem Bemühen die Schüler auf den verschlungenen Pfaden der mathematischen Geographie. Wie bevorzugt sind dagegen die Lehren-

den und Lernenden, denen der Eintritt in jenen hehren Tempel der Himmelskunde vergönnt ist, den uns die Zeißwerke schufen, und der in recht vielen Städten unseres Vaterlandes erstehen möge!

Es ist fraglos ein schönes Zeichen für die Erhabenheit des menschlichen Geistes, daß er sich nach der Begründung der Meß- und Rechenkunst als erstes Feld naturwissenschaftlicher Forschung die Sternenwelt erkork; und wie schon in der Kindheit des Menschengeschlechtes der Geist hinaus in die unermesslichen Fernen des Weltalls strebte, so tritt auch frühzeitig beim Kinde das stauende Interesse an den Wundern des Himmelsgewölbes hervor. Wolte man aber aus dem Umstand, daß die Begeisterung für die Sternenwelt wohl jedem empfänglichen Gemüt angeboren ist, den Schluß ziehen, die Astronomie müsse zu den ganz populären Wissenschaften gehören, so würde man sich einer schweren Täuschung hingeben; das im jugendlichen Geist erwachte Interesse entschlummert leider meist nur allzubald, und

groß ist die Gleichgültigkeit in weiten Kreisen der Erwachsenen gegenüber dem wunderbaren Forschungsgebiet, auf dem menschliches Wissen und Können seine höchsten Triumphe gefeiert hat.

Wen trifft die Schuld an dem Erlöschen des angeborenen Interesses? In seinem ausgezeichneten Buch „Der naturwissenschaftliche Unterricht“ klagte BASTIAN SCHMIDT¹ über die Unzulänglichkeit der Lehrpläne und Prüfungsordnungen in astronomischer Hinsicht, sowie über die utilitaristische Einstellung des naturkundlichen Interesses, die — so begreiflich sie auch sein mag — die Freude an rein wissenschaftlicher Erkenntnis nicht überwuchern darf. Ist es in den seither verflossenen Jahrzehnten besser geworden? Die erstaunlichen technischen Errungenschaften dieses Zeitalters — Luftfahrt, Rundfunk, Fernsehen u. a. — sind so stark in den Vordergrund des allgemeinen Interesses getreten, daß die nicht „praktisch wichtigen“ wissenschaftlichen Fortschritte der Neuzeit — Atombaulehre, Spektralthorien usw. — daneben fast völlig zurückstehen, noch mehr die seit der Jahrhundertwende gewonnenen Erkenntnisse auf dem Gebiet der Himmelskunde, obgleich sie wohl die kühnsten Hoffnungen der Fachmänner übertroffen haben. Diesen Errungenschaften im Schulunterricht gebührenden Raum zu schaffen, wäre wohl an der Zeit, und zwar müßte die astronomische Unterweisung, die sich bisher hauptsächlich auf mathematische Geographie beschränkt, zu einer physikalisch-chemischen Kosmographie ausgestaltet werden, damit die irrige Auffassung verschwindet, die Himmelskunde sei eine auf einsamen Höhen thronende Wissenschaft, während sie in Wirklichkeit ein vielseitiges, auf verschiedenen naturwissenschaftlichen Fächern gegründetes und für mehrere andere fruchtbares Forschungsgebiet darstellt: denn es gibt nicht nur eine Mechanik des Himmels, sondern auch eine Physik und eine Chemie der Gestirne, welche uns nicht allein Zusammensetzungen und Zustände, vielmehr auch die Entwicklung von Himmelskörpern lehren und letzten Endes mit Mineralogie, Geologie sowie — durch die Frage nach der Existenzmöglichkeit von Lebewesen — mit der Biologie in Beziehung treten. Diese Mannigfaltigkeit der Bindungen läßt die physikalisch-chemische Kosmographie ganz besonders geeignet erscheinen, die Natur als ein lebendiges Ganzes im Sinne HUMBOLDTS zu erschließen.

Zwei Fragen drängen sich sofort auf: Wie gelangt der Lehrer in den Besitz ausreichender Kenntnisse auf dem Gebiet der physikalisch-chemischen Kosmographie, und wie vermag er im Schulunterricht einen Überblick über diesen Forschungszeit zu vermitteln?

Vor etwa einem Jahrzehnt hat F. POSKE in dieser Zeitschrift² die Ausführungen verschiedener Pädagogen über den astronomischen Unterricht zusammengestellt und erörtert, in denen u. a. auf das Fehlen geeigneter Vorlesungen an fast

allen Universitäten hingewiesen wurde. Dem dort vorgeschlagenen Programm möchte ich noch eine Sondervorlesung über physikalisch-chemische Kosmographie hinzufügen, die etwa folgende Gebiete zu umfassen hätte:

Zunächst wären — soweit das nicht in der mathematisch-geographischen Vorlesung geschieht — Ausführungen über den Bau des Weltalls, die Topographie der Himmelskörper, zu machen, d. h. über die scheinbare Lage der Fixsterne (Sternkataloge), über ihre aus Parallaxenmessungen ermittelten Entfernungen und über ihre Verteilung im galaktischen System (SEELIGER, KAPTEYN, CHARLIER), woran sich (vorsichtige!) Betrachtungen über außergalaktische Gebilde (HERSCHEL, PROCTOR, LAUGHLIN), zu denen sehr wahrscheinlich die MAGELLANSchen Wolken, gewisse kugelförmige Sternhaufen, die LEAVITTSchen Cepheiden u. a. gehören, anschließen lassen. Nach diesem der Astrometrie angehörenden Teil folgen zweckmäßig Erörterungen über die Ermittlung der Eigenbewegung von Fixsternen, deren laterale Komponente noch auf astrometrischem Wege gewonnen wird, während die radiale an Hand von Spektrallinienverschiebungen auf Grund des DOPPLERSchen Prinzips zu ermitteln ist, also schon in das Reich der Astrophysik hineinführt.

Nunmehr ist zu zeigen, wie mit Hilfe der MICHELSONSchen Interferenzmethode der Durchmesser von Fixsternen, an Hand von Doppelsternbewegungen, die mittels photometrischer und spektroskopischer Messungen erschlossen werden, die Masse eines Himmelskörpers errechnet werden kann, daß diese infolge des Antagonismus zwischen Gravitation einerseits und Gaskinese sowie Strahlungsdruck andererseits nach EDDINGTON eine obere Grenze bei etwa 10^{34} bis 10^{35} g hat, ist bei dieser Gelegenheit zu erörtern. Aus Masse und Volumen ergibt sich sofort die Dichte eines Fixsterns. Damit sind wichtige Daten für die Stöchiometrie der Gestirne gewonnen.

Wir wenden uns zur Photometrie der Fixsterne. Die 6 Klassen scheinbarer Helligkeit („Größenklassen“), die PTOLEMÄUS (2. Jahrhundert n. Chr.) in seinem „Almagest“ unterschied, und deren Abstufung, wie etwa 1700 Jahre später erkannt wurde, dem WEBER-FECHNERSchen psychophysischen Gesetz entspricht, sind gegenwärtig durch Anwendung der photographischen Platte in Verbindung mit großen Spiegelteleskopen auf 21 gestiegen. Aus der Entfernung eines Fixsterns und seiner scheinbaren Helligkeit ergibt sich sofort der sehr wichtige Wert der wirklichen Helligkeit oder wahren Leuchtkraft. Die Besprechung der Fixsternhelligkeiten erfordert ein Eingehen auf die Farbe der Sterne; dabei wird man über den allgemeinen Zusammenhang zwischen Glühfarbe und Temperatur annähernd schwarzer Körper sprechen und die ältere Auffassung, daß rote Fixsternfarbe auf weit vorgeschrittene Entwicklung hindeute, kritisch streifen.

Diese Darlegungen leiten zwanglos zu dem wichtigsten Gebiet der Kosmographie über, zur Spektroskopie der Himmelskörper. Die Lehre

¹ Leipzig: B. G. Teubner 1907.

² Diese Zeitschr. 31, 65; 1918.

von den kontinuierlichen, den Banden- und Linienspektren, besonders die Differenzierung zwischen Molekel-, Atom- und Ionenspektren, liefert grundlegende Aufschlüsse über die Zusammensetzung und über den Zustand kosmischer Systeme. Um die Abhängigkeit des Spektraltypus von Temperatur und Druck darzulegen, bedarf es der Heranziehung der modernen Atomtheorie einerseits und der physikalisch-chemischen Lehren von der thermischen Dissoziation andererseits, die nicht nur auf den Zerfall von Molekeln in Atome, sondern auch auf die Spaltung von Atomen in Ionen und Elektronen — eventuell unter Verwertung des NERNSTschen Wärmesatzes (SAHA, EGGERT) — anzuwenden sind. Diese Erörterungen führen zu der wichtigen Erkenntnis, daß man aus dem Fehlen bestimmter Linien im Spektrum eines Himmelskörpers nicht auf das Fehlen des betreffenden Elementes, sondern nur auf das Nichtvorliegen bestimmter Atomzustände („Zentren“) und somit den zu ihrer Bildung erforderlichen Bedingungen des Druckes und der Temperatur („Anregungsbedingungen“) schließen darf. Eine gute Stütze dieser Auffassung liefert die Tatsache, daß auf der Sonnenoberfläche sich örtliche Verschiedenheiten in den Anregungsbedingungen nachweisen lassen, indem z. B. das Atomspektrum des Rb nur in den Flecken auftritt. Auf Grund dieser Feststellungen kann man sagen, daß die Zusammensetzung der Gestirne im allgemeinen die gleiche ist, ihre Zustände jedoch sehr große Unterschiede aufweisen.

Die moderne, sorgfältig gegliederte Einteilung der Fixsterne nach Spektralklassen behandelt man zweckmäßig in der Weise, daß man von der alten, einfachen FRAUNHOFER-SECCHI-VOGELschen Einteilung der Sterne nach ihrer Glühfarbe — weiß, gelb, rot — und den zugeordneten Spektraltypen — linienarmes Linienspektrum, linienreiches Linienspektrum, Linienspektrum mit Banden — ausgeht und diese zur PICKERING-CANNON-DRAPER-Systematik ausbaut. Das überaus reiche spektroskopische Material läßt sich nun zur Ermittlung der Temperatur selbstleuchtender Himmelskörper verwenden, wenn man — was in erster Annäherung zulässig ist — jene als „absolut schwarze“ Strahler ansieht. Während man bei der Sonne nicht gezwungen ist, spektral zerlegtes Licht heranzuziehen, sondern schon aus dem Betrag der Gesamtstrahlung mit Hilfe des STEFAN-BOLTZMANNschen Gesetzes eine Temperaturbestimmung ableiten kann und bei den (nicht selbstleuchtenden) Planeten die Verhältnisse ähnlich liegen, indem photometrische Messungen zureichend sind, muß man bei Fixsternen wegen der äußerst geringen, uns zugestrahlten Energiemengen die WIEN-PLANCKschen Gesetze über die Beziehungen zwischen Temperatur und spektraler Energieverteilung in dem kontinuierlichen Grund des Sternspektrums anwenden. Letztere kann durch spektralphotometrische Messungen auf visuellem oder photographischem Wege erschlossen werden. Die erhaltenen Ergebnisse lassen sich durch Heranziehung der oben

gestreiftten Erwägungen über den Einfluß von Temperatur und Druck auf den Charakter des diskontinuierlichen Spektrums sowie durch Diskussion des Aussehens der Spektrallinien (Intensität, Verbreiterung u. a.) stützen. Die für die Fixsterne auf diesem Wege sich ergebenden Außentemperaturen liegen im allgemeinen zwischen 20000° und 3000° abs. Der optische Nachweis und das nähere Studium „kälterer“ Fixsterne (erloschene Komponenten bei Doppelsternen sind bekannt) würde photographische Platten von sehr hoher Empfindlichkeit für das langwellige Spektrum erfordern. Über extrem heiße Gestirne ($T > 20000^{\circ}$) wird unten gesprochen werden.

Die Gesamtheit der bisher erörterten Forschungsergebnisse führt zu einer Systematik der Fixsterne, die von allergrößter Bedeutung ist, indem sie uns wertvolle Aufschlüsse über den Entwicklungsgang der Himmelskörper, das Werden der Welten, liefert. Der Astrophysiker muß ja aus dem räumlichen Nebeneinander im Weltraum auf das zeitliche Nacheinander im Weltgeschehen Schlüsse ziehen. Er befindet sich etwa in der Lage eines sehr kurzlebigen Biologen, der aus der gleichzeitigen Betrachtung von Eiern, auskriechenden, ausgewachsenen, sich verpuppenden Raupen, Puppen, auskriechenden, entwickelten und eierlegenden Schmetterlingen auf die Lebensgeschichte eines solchen schließen müßte. Stellt man die Beziehungen zwischen den wirklichen Helligkeiten und den Spektralklassen statistisch dar, am besten auf graphischem Wege, indem man in einem entsprechenden Koordinatensystem eine größere Anzahl von Fixsternen durch Punkte markiert, so erkennt man — in guter Übereinstimmung mit den MICHELSONSchen Durchmesser-Ermittelungen — daß es rote Riesen und rote Zwerge von ungeheuren Größenunterschieden, ferner gelbe Riesen und gelbe Zwerge von geringeren Unterschieden gibt, daß aber die weißen Sterne in ihren absoluten Helligkeiten und Durchmessern nicht sehr stark voneinander abweichen (RUSSELL-HERTZSPRUNG-Diagramm). Dieses sehr bemerkenswerte Ergebnis zeigt die Unhaltbarkeit der älteren Auffassung, ein Himmelskörper gehe aus dem prästellaren Zustand direkt in einen weißglühenden Fixstern über, der unter allmählicher Abkühlung gelb, dann rot werde und schließlich erlösche. Jene Statistik zeigt vielmehr, daß sich an dem prästellaren zunächst der Zustand eines roten Riesensternes von geringer Dichte und relativ niedriger Temperatur anschließt, und daß die „Lebenslinie“ eines Fixsterns alsdann unter Kontraktion und Erhitzung über den gelben Riesenzustand zum weißen Stern, danach unter Abkühlung zum gelben, zum roten Zwergen-, endlich zum erloschenen Zustand führt.

Die erreichbare Maximaltemperatur hängt von der Masse des Himmelskörpers ab, deren obere Grenze, wie erwähnt, bei etwa 10^{34} bis 10^{35} g liegt. Für einen Fixstern dieser Masse läßt sich eine Höchsttemperatur von etwa 20000° errechnen; die Lebenslinie umfaßt zunächst unter Temperaturanstieg die Spektralklassen M (rot), K

(orange), G (gelb), F (weißlichgelb), A (weiß), B (bläulichweiß); sodann unter Temperaturabstieg die nämlichen Klassen in entgegengesetzter Reihenfolge; die „Umkehr“ der Lebenslinie liegt also bei der B-Klasse. Ist die Masse kleiner als 10^{34} g, so bleibt die Maximaltemperatur entsprechend hinter dem genannten Wert zurück, und die Lebenslinie hat ihre Umkehr schon bei einer niederen Spektralklasse. Bei einem Himmelskörper mit einer Masse $< 10^{22}$ g würde $T_{\max} < 3000^{\circ}$ abs. bleiben; der Fixstern würde sich also unserem optischen Nachweis entziehen.

Für die Zeitdauer des Entwicklungsganges eines Fixsterns hat man folgende Anhaltspunkte: Aus Messungen über den Bleigehalt von Uranmineralien kann man auf Grund der ziemlich genau bekannten Zerfallsgeschwindigkeit $U \rightarrow Pb$ („Radioblei“) das Alter bestimmter Mineralien auf 10^9 Jahre schätzen. Da diese Mineralien einer geologischen Periode angehören, in der bereits Lebewesen vorkamen, muß damals eine „mittlere“, für Organismen zuträgliche Temperatur ($< 50^{\circ} C$) geherrscht haben; daraus darf man schließen, daß die Sonnenstrahlung innerhalb des Zeitraumes von 10^9 Jahren ziemlich konstant geblieben ist. Damit wäre eine untere Grenze für das Alter der Sonne gegeben, eine obere läßt sich auf folgendem Wege finden. Nach EINSTEIN bedingt Ausstrahlung einen Massenverlust in Grammen, der gleich dem durch das Quadrat der Lichtgeschwindigkeit dividierten Strahlungsbetrag in Erg ist. Da die Ausstrahlung der Sonne im Jahr etwa $2 \cdot 10^{41}$ Erg beträgt, verliert sie im gleichen Zeitabschnitt ungefähr $2 \cdot 10^{20}$ g; sie würde also, falls ihre Ausstrahlung einigermaßen konstant geblieben wäre, nach etwa 10^{11} Jahren fast ihre ganze Masse von $2 \cdot 10^{33}$ g verloren haben. Als obere Grenze für die bisherige Entwicklungsdauer der Sonne auf der RUSSELL-HERTZSPRUNGSchen Lebenslinie können wir demnach etwa 10^{10} Jahre ansetzen; und da die Masse der meisten Fixsterne zwischen 10^{33} bis 10^{35} g liegen dürfte, wird man die Gesamtlebensdauer eines Gestirns im Glühzustand je nach seiner Masse auf 10^{10} bis 10^{12} Jahre schätzen können.

Die Betrachtung über die Ausstrahlung eines Fixsterns führt zu der wichtigen Frage nach der Aufrechterhaltung des Emissionsvermögens, die uns besonders im Hinblick auf den Energiehaushalt in unserem solaren System interessiert. Während man früher vorwiegend nach den ersatzliefernden Energiequellen fragte, die den durch Ausstrahlung bedingten Verlust ständig wieder ausgleichen, und als solche die Energie einstürzender Meteor Massen (J. R. MAYER), der Sonnenkontraktion (HELMHOLTZ), radioaktiver Umwandlungen, Dissoziations- und Ionisationsrückgänge (ARRHENIUS, NERNST) ansah, forscht man neuerdings vielmehr danach, welche Umstände es bedingen, daß die im Innern eines Fixsternes aufgespeicherten ungeheueren Energievorräte nur ganz allmählich nach außen hin abgegeben werden. Es ist nämlich nicht zweifelhaft, daß die Temperatur eines Sternes von der Oberfläche aus nach dem Mittelpunkt hin ganz außerordentlich — bis

zu Millionen von Graden — ansteigt (EMDEN), und daß das Innere im wesentlichen aus Atomkernen und Elektronen, also einem ungemein energiereichen System, besteht (EDDINGTON). Man kommt zu dem Schlusse, daß die Photosphären (äußere Schichten) der Fixsterne ein außerordentlich hohes Absorptionsvermögen haben müssen (SCHWARZSCHILD) und infolgedessen die aus der Tiefe kommende Strahlung enormen Energiebetrages fast völlig zurückhalten.

Fragen wir nun nach dem prästellaren Zustand der Himmelskörper, so werden wir aus den verschiedenartigen Gestalten der kosmischen Nebel und Sternhaufen, aus Betrachtungen über die Gebilde der P-Klasse („planetarische Nebel“) und der O-Klasse (WOLF-RAYET-Sterne), über das Nova-Phänomen, veränderliche Sterne, Doppelsterne u. a. weitere bedeutungsvolle Hinweise auf die Entwicklungsgeschichte der kosmischen Systeme erhalten. Dabei ist zu betonen, daß die Bildung eines Sonne-Planeten-Systems, wie es unsere engere Welt darstellt, zu den Seltenheiten gehören dürfte, und daß die Entstehung von Doppelsternen, deren Bildung man an Hand von Überlegungen über das Verhalten rotierender plastischer Massen (POINCARÉsche Birne u. a.) einigermaßen verständlich machen kann, wohl die Regel des Entwicklungsganges darstellt. Was indessen die Planetenbildung angeht, so sind die verschiedenen Hypothesen, die auf der Annahme von Gezeitenwirkungen (die schon gelegentlich der Armbildung bei Spiralnebeln zu streifen sind), von Explosionen (deren Erörterung bereits beim Nova-Phänomen erfolgen wird) u. a. ohne große Schwierigkeiten auseinanderzusetzen.

Von besonderer Wichtigkeit und zweifelsohne von hohem Reiz sind schließlich Ausführungen über die Erkaltung eines Weltkörpers, besonders unseres Planeten. Zunächst ist zu fragen, welche gasförmigen Elemente bei gegebener Masse eines kosmischen Gebildes von diesem angesichts des Antagonismus von Gaskinese und Gravitation für die Bildung einer Atmosphäre festgehalten werden können. Daran schließen sich thermochemische Betrachtungen über den Eintritt chemischer Reaktionen zwischen den elementaren Bestandteilen des Himmelskörpers. Sodann ist die GOLDSCHMIDTsche Auffassung von der Differentiation des Magmas zu erörtern, die uns den Aufbau der Erde — vom Mittelpunkt ausgehend — aus einem metallischen Kern, einer oxydisch-sulfidischen Schicht, aus der sog. Eklogit-, und schließlich aus der äußeren Silikatschicht lehrt. Bei der Besprechung der Erstarrungs- und Ausscheidungsvorgänge, insbesondere der Krustenbildung, muß auf die Erstarrungsdiagramme polymerer Systeme eingegangen werden, wichtige Gesichtspunkte aus der geologischen Thermometrie lassen sich hier anschließen (u. a. die Bedeutung von polymorphen Modifikationen und ihrer Paramorphosen, von Doppelsalzen höherer Umwandlungstemperatur).

Die physikalisch-chemischen Vorgänge und die geologischen Reaktionen in Atmo-, Hydro- und Lithosphäre sowie der Kreislauf der Stoffe bilden

ein weiteres wichtiges Gebiet. Von ganz besonderem Wert sind schließlich Betrachtungen über die Bedeutung der Sonnenstrahlung für unseren Planeten; nach Ausführungen über die Solar-konstante und die spektrale Zusammensetzung der Sonnenstrahlung ist die Ausnutzung der Energie bei der Assimilation zu erörtern und darauf hinzuweisen, daß alles vegetabilische und animalische Leben sowie der weitaus größte Teil der technisch verwerteten Energie der durch Photosynthese in den Pflanzen (in Holz, Kohle u. a.) gespeicherten Sonnenenergie zu verdanken ist; daran anschließend wird man zeigen, daß auch fast alle anderen Möglichkeiten von Energiegewinnung (z. B. aus bewegten Wasser- und Luftmassen) letzten Endes auf der Sonnenstrahlung beruhen. Im Anschluß an Ausführungen über Kohlenlager und andere Bodenschätze ergeben sich Darlegungen über den Kampf ums Dasein, der sich weit mehr als ein Kampf um freie Energie als um wertvolle Stoffe darstellt, woraus sich wichtige Schlüsse über die zulässige Bevölkerungsdichte ziehen lassen, wie es z. B. durch PFAUNDLER geschehen ist.

Wenn ich im Vorstehenden versucht habe, den Gedankengang einer Vorlesung über physikalisch-chemische Kosmographie zu schildern, so bin ich mir wohl bewußt, daß die Darlegungen sehr unvollständig und in manchen Punkten stark hypothetisch sind; andererseits bin ich überzeugt, daß ein derartiges Kolleg dem physikalisch-chemisch vorgebildeten Studierenden wertvolle Anregung für seine spätere Unterrichtstätigkeit zu geben vermag. Wo kein Astrophysiker für eine solche Vorlesung zur Verfügung steht, kann sie der Physikochemiker übernehmen, der mit dem größten Teil der Materie vertraut ist und oft — ich erinnere an die Schriften von ARRHENIUS, VAN'T HOFF, NERNST, OSTWALD, MARC, BAUR u. a. — der Kosmographie großes Interesse entgegenbringt. Eine einstündige Vorlesung ist nach meinen Erfahrungen ausreichend; der Einfügung der physikalisch-chemischen Kosmographie in den Hochschulunterricht als ständiges Lehrfach dürften also keine ernsthaften Schwierigkeiten im Wege stehen.

Weit schwieriger liegen die Dinge für die ausreichende Berücksichtigung dieses Gebietes im Mittelschulunterricht. Ein in sich geschlossener Lehrgang der Kosmographie, der gegebenenfalls tiefer in Geologie, Meteorologie u. ähnl. hineinführen könnte, würde gewiß die beste Lösung der Aufgabe bedeuten, aber auf mancherlei Schwierigkeiten stoßen, für deren Behebung Vorschläge zu machen mir nicht zusteht. Ein Behelf wäre die Angliederung der wichtigsten kosmographischen Teilgebiete an die altherge-

brachten Lehrdisziplinen: der Astrometrie im weiteren Sinne an die mathematische Geographie, der Systematik an die Physik (Optik), der Entwicklungsgeschichte an die Chemie (Aggregatzustände) und an die Mineralogie (Gesteinsbildung) usw. Daß der Schüler derartige Anwendungen des Lehrstoffes auf kosmische Fragen mit Interesse aufnimmt, scheint mir nicht zweifelhaft; ich selbst entsinne mich noch deutlich des großen Eindruckes, den es uns machte, als unser trefflicher Lehrer nach Besprechung des Fernrohres und des Spektralapparates uns die Bedeutung dieser Instrumente für die Himmelsforschung auseinandersetzte und mit der Anführung der Grabschrift FRAUNHOFERS: „*approxima vit sidera*“ glanzvoll beleuchtete.

Den — hoffentlich recht zahlreichen — Lehrern, welche kosmographische Themen ihrem Unterricht einfügen oder einzufügen planen, möchte ich zum Schluß noch eine Quelle empfehlen, die ihnen für den Hauptteil des Gebietes reichstes Material und beste Anregung liefert, nämlich den

Grundriß der Astrophysik. Von KASIMIR GRAFF. 751 S. mit 6 Lichtdrucktafeln und 468 Textabbildungen. Leipzig 1928, B. G. Teubner.

Das Werk besteht aus folgenden Teilen: I. Die wissenschaftlichen Grundlagen der astrophysikalischen Forschung. II. Die Weltkörper des Sonnensystems. III. Die Fixsterne, Nebel und Sternhaufen. GRAFFS Buch stellt zwar in erster Linie eine für den Fachmann bestimmte Einführung dar, soll aber auch dem Vertreter verwandter Wissensgebiete von Nutzen sein; als solcher darf ich auf Grund eingehender Beschäftigung mit dem ausgezeichneten Werk, das mir wiederholt als Quelle und Berater bei meiner Vorlesung zur Seite gestanden hat, der aufrichtigen Freude Ausdruck verleihen, daß allen Lehrenden ein solches Buch — gleich hervorragend durch Reichhaltigkeit des Inhaltes, durch kritische Gründlichkeit der Darstellung und durch sorgsame Auswahl vorzüglicher Abbildungen — geschenkt wurde. An seiner Hand wird es dem Lehrer nicht allzu schwer fallen, dem Schüler das wichtigste über die Bausteine des Weltalls, ihre Eigenschaften und ihre Wandlungen zu vermitteln, mag es in einem geschlossenen Lehrgang oder nur bei gelegentlichen Exkursen möglich sein. Die Einreihung des GRAFFSchen Werkes in alle Schulbüchereien würde fraglos dazu beitragen, der Kosmographie im Unterricht die ihr zukommende Berücksichtigung zu verschaffen und somit einem empfindlichen Mangel abzuhelfen. Bei derartigen Bestrebungen möge man stets erwägen, ob nicht mancherlei Lehrstoff sorgsam gepflegt wird, der an Wichtigkeit und Erhabenheit der Himmelskunde bei weitem nachsteht.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Vektoranalysis in ihren Grundzügen und wichtigsten Anwendungen. Von ARTHUR HAAS. 147 Seiten mit 37 Abbildungen im Text. Zweite, verbesserte Auflage. Berlin und Leipzig 1929,

Walter de Gruyter u. Co. Geh. RM 5.—; geb. RM 6.—.

In diesen Vorlesungen, die nun in zweiter, verbesserter Auflage vorliegen, werden die Grund-

lagen der Mechanik der Massenpunkte, der starren und deformierbaren Körper sowie die Grundlagen der MAXWELLSchen Theorie und der Relativitätstheorie in einfacher Darstellung mittels einer einheitlichen vektoriellen Methode entwickelt. Sie behandeln also nicht die reine Vektoranalysis, sondern bringen sie in Anwendungsformen aus dem Gebiete der theoretischen Physik. In der zweiten Auflage wurden einzelne Verbesserungen angebracht. Der Abschnitt, der „die Spannung“ unter dem Kapitel „Tensoren“ behandelt, ist völlig neu bearbeitet. Diese Änderungen erhöhen die praktische Brauchbarkeit des Buches, das besonders seiner guten didaktischen Einstellung wegen schon bald nach Erscheinen der ersten Auflage (1923) allgemein bekannt würde. Es kann jedem empfohlen werden, der eine Einführung in die Vektoranalysis sucht.

A. Wenzel.

Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Herausgegeben von EMIL ABDERHALDEN. Abt. III: **Physikalisch-chemische Arbeitsmethoden** Teil A. Heft 8. S. 1545—1652. Mit 74 Abbildungen im Text. Berlin und Wien 1929, Urban u. Schwarzenberg. Geh. RM 6.—.

Die vorliegende Lieferung 311 des Handbuches der biologischen Arbeitsmethoden enthält zunächst die „Methoden zur Messung der Oberflächenspannung“ von A. GYEMANT. Dargestellt werden zunächst 7 Abarten der Steighöhenmethode, die Messung an Tropfen und die Methoden des maximalen Blasendrucks. Dann werden die Methoden, die die Adhäsion von Flüssigkeiten an Platten verwenden, behandelt, und schließlich wird eine Übersicht der dynamischen Methoden der schwingenden Tropfen, schwingenden Strahlen, sowie der Oberflächenwellen gegeben. Dann folgen die „Methoden zur Bestimmung des elektrischen Widerstandes“ von MARIE WRESCHNER in recht ausführlicher und auch für den Physiker anregender Zusammenstellung. Schließlich gibt E. MISLOWITZER einen Überblick über die Methoden der „Potentiometrie“, die zur elektrischen Messung der Wasserstoffionen führen. Das Heft kann seiner gründlichen Bearbeitung wegen allen Naturwissenschaftlern zur Anschaffung für die Laboratoriumsbibliothek empfohlen werden.

A. Wenzel.

Praktikantenausbildung für Maschinenbau und Elektrotechnik. Ein Hilfsbuch für die Werkstattausbildung zum Ingenieur. Von Dipl.-Ing. F. ZUR NEDDEN. Dritte Auflage des Buches; Das praktische Jahr. Bearbeitet von HERWARTH von RENESSE. VIII und 169 Seiten. Berlin 1930, Verlag Julius Springer. RM 4,50; geb. RM 5,75.

Was den Verfasser vor 22 Jahren bewog, das obige Buch zu schreiben, „der Mangel an Erläuterung neben der Anschauung“, eben dieser Mangel besteht nach wie vor. Er ist zweifellos gemildert, aber trotz allem noch lange nicht behoben. Wie mancher Ingenieur, der dieses Buch studiert, wird sich ehrlicherweise gestehen

müssen, um wieviel wertvoller seine Praxis für ihn hätte sein können, wenn er einen solchen Führer gehabt hätte. Wie wenige der angehenden Ingenieure gehen mit wirklich offenen Augen durch die leider meist viel zu kurze Praxis! Hier will das Buch, wie ein älterer, erfahrener Kamerad dem jungen Praktiker die Hand reichen zur Gewinnung eines vollen Verständnisses dieses für jeden Ingenieur ungemein wichtigen Ausbildungsabschnittes.

Im ersten, allgemeinen Teil sucht der Verfasser dem jungen Leser den richtigen Geist einzuflößen, aus dem heraus allein ein Ingenieur wirken kann. Winke zur Vorbereitung, Belehrungen über Rechte und Pflichten sollen helfen und die Stellung des Praktikanten im Betriebe umreißen. Diesen Betrieb als Ganzes zu begreifen und doch in seinen Teilen zu erkennen, unter starker Betonung der Bedeutung des Spargedankens als Grundlage jeder Wirtschaftlichkeit, hat sich der Verfasser als Aufgabe im zweiten Hauptabschnitt gestellt. Kaum ein Gebiet, das nicht in dem gedachten Sinne gewürdigt wäre: Konstruktion, Fertigung, Kraft, Stoff.

In drei weiteren Abschnitten werden spanlose und spanabhebende Verfahren und solche ohne Verformung (Verbinden, Trennen) behandelt; eine gedrängte Technologie, die auch die neuesten Formen der Fertigung berücksichtigt, einschließlich des Messens und Prüfens, wie es Massenfertigung und Austauschbau zur Voraussetzung hat. Besonders zu erwähnen ist der erzieherische Wert der angefügten Beobachtungswinke. Ein letzter Abschnitt ist der Soziologie des Betriebes gewidmet. Soziale und organisatorische Fragen werden behandelt, ihre Einrichtungen historisch gewürdigt. Sie zeigen die Stellung des Menschen im Betriebe, seine Eingliederung in den Organismus des Betriebs, seine Wertung in seiner Leistung.

Das Buch hat ein bestimmtes Ziel: Der Praktikant soll die großen Zusammenhänge des Betriebes begreifen, damit er die notwendigen Einzelheiten nicht als Dinge an sich überschätzt, sondern als Mittel zum größeren Zweck erkennt. Daher ist wohl bewußt auf Tiefe im einzelnen verzichtet, was um so mehr zu begrüßen ist, als das die Aufgabe der Lehre bleiben muß. Der Wirkungsgrad eben dieser Lehre kann aber durch ein Buch, wie das ZUR NEDDENsche, nur sehr gewinnen, gleich, ob es sich um Konstruktion, Fertigung oder um Organisation handelt. Man möchte das Buch in der Hand eines jeden werdenden Ingenieurs sehen; es wird reichen Segen stiften. Aber auch der Altingenieur und der Lehrer kann das Gesagte nur mit Vorteil aufnehmen.

Dipl.-Ing. Dreyer.

Weltanschauung eines Technikers. Von ERICH MEISNER, Baurat. Berlin 1927, Carl Heymanns Verlag. IV und 137 Seiten.

Ein Schaltplan unseres Denkwerkzeuges. Von ERICH MEISNER, Baurat. Berlin 1929, Carl Heymanns Verlag. 16 Seiten (Sonderdruck aus: Archiv für systematische Philosophie, Bd. 32,

Heft 3/4). Beide Schriften zusammengeheftet kosten RM 8.—.

„Die Weltanschauung eines Technikers“ als philosophisches Werk unterscheidet sich von den meisten derartigen Versuchen, das Weltgeschehen in ein System zu bringen, sehr vorteilhaft dadurch, daß alles Begriffliche tatsächlich, wie das Wort sagt, begreifbar ist. Das Wort begreifbar ist wieder in seiner eigensten Bedeutung zu nehmen. Auf der Möglichkeit, etwas zu greifen bzw. abzutasten, beruht nach der Meinung des Verfassers unser gesamtes „Verstehenkönnen“. Wenn man seinen Entwicklungen im einzelnen folgt, muß man ihm im weitesten Umfange Recht geben. Das ganze philosophische Denken des Verfassers ist von technischem Denken beherrscht bzw. durch technisches Denken geschult. Was jeder Techniker unbewußt bis zu einem gewissen Grade empfindet, daß nur das Greifbare Wirklichkeit hat und die sog. abstrakten Begriffe etwas Unwirkliches, Schemenhaftes, künstlich vom Menschengestalt Geschaffenes sind, spricht dieses interessante Buch klar und deutlich aus. Aus dieser Tatsache erklärt sich auch ohne weiteres die instinktmäßige Abneigung des praktisch schaffenden Ingenieurs, der über seiner Arbeit steht, gegen alle Philosophie, die in der Hauptsache nur mit Worten arbeitet. Er empfindet ganz richtig, daß sich fehlende Begriffe nicht durch Worte derart ersetzen lassen, daß der kritisch denkende Geist die Vorstellung erhält, etwas Neues herausgefunden zu haben. Es ist eben zweifellos richtig, daß es ein ewig vergebliches Streben ist und sein wird, Begriffe formen zu wollen, die nicht durch die Umwelt von außen in uns hineingekommen sind. Die Unfähigkeit, grundsätzlich Neues aus Nichts heraus zu schaffen, führt dann zur Selbsttäuschung insofern, als man im allgemeinen ein neues Wort erfindet und durch die Gewöhnung daran glaubt, einen Begriff gestaltet zu haben. Es ist in dieser Hinsicht schon so, wie der Altmeister Goethe sagt: „Denn, wo die Begriffe fehlen, da stellt zur rechten Zeit ein Wort sich ein!“

Der Umfang dieser kurzen Besprechung erlaubt es nicht, im einzelnen darauf einzugehen, wohin die sehr interessanten Schlußfolgerungen den Verfasser führen, der dem Menschengestalt allein die Fähigkeit der Raumvorstellung zuspricht, während er jede andere Vorstellungsart leugnet. Der überragendste Sinn, durch den die Raumvorstellungen entstehen und ins Innere der Seele gelangen, soll nach dem Verfasser der Tastsinn sein, dem sich alle anderen, wie beispielsweise auch das Gesicht, restlos unterordnen. Das körperliche Sehen entsteht z. B. nur dadurch, daß der Tastsinn das Vorhandensein eines Körpers von ganz bestimmter Form durch den Versuch bestätigt, so daß das Auge im Zusammenhang mit der durch den Tastsinn gewonnenen Erfahrung später allein imstande ist, dem Geist das Vorhandensein des gleichen Körpers zu signalisieren. Um diese Theorie zu belegen, hat der Verfasser nach seiner Angabe mit einer Reihe von Personen einen interessanten Versuch an-

gestellt, der hier kurz wiedergegeben werden möge. Man hat den Versuchspersonen Brillen aufgesetzt, die oben und unten, links und rechts vertauschten. Nach etwa 8 Tagen hatten sich Gesicht und Tastsinn so durch die Gewöhnung aufeinander eingespielt, daß die Versuchspersonen glaubten, die Dinge wieder aufrecht zu sehen, so daß sie sich einwandfrei nach den umgekehrten Gesichtsbildern orientieren und mit Sicherheit im Raum bewegen konnten. Darauf nahm man ihnen die Brillen wieder ab. Jetzt sahen sie ohne Brille alle Dinge auf dem Kopf stehen, und es dauerte wieder ein paar Tage, bis die normale Orientierungsmöglichkeit mit aufrechten Bildern wiederhergestellt war! Dieses nur als ein Beispiel für manche der interessanten Beweisführungen, die für die Behauptungen im einzelnen erbracht werden. Eigenartig sind auch die Erklärungsversuche für manche seelischen Vorgänge, denen man sich sonst vergeblich bemühte, mit Worten näherzukommen. So wird z. B. der Versuch gemacht, religiöse und sittliche Motive auf verhältnismäßig einfache Grundtriebe zurückzuführen. Die diesbezüglichen Ausführungen haben ganz sicher auch sehr viel für sich. Selbst für den, der dem Verfasser nicht in allem ganz folgen kann, ist das Buch höchst interessant und lesenswert.

Das gleiche gilt im Prinzip von dem beigehefteten „Schaltplan unseres Denkwerkzeuges“, wenn man bei diesem über manche Annahmen auch durchaus anderer Meinung sein kann. Das Unvollkommene dieser kleinen Abhandlung liegt von vornherein in der Aufgabestellung, die eine auch nur annähernd richtige Lösung absolut ausschließt. Wie der Verfasser selbst richtig sagt, kommt man mit solchen Versuchen, wie hier einer unternommen wird, den Geheimnissen des Lebens als solchen letzten Endes doch nicht näher.

Dr. Holm.

Briefwechsel zwischen Carl Friedrich Gauß und Christian Ludwig Gerling. Herausgegeben von Dr. CLEMENS SCHAEFER, o. ö. Prof. an der Universität Breslau. Berlin 1927, Otto Elsner, Verlagsgesellschaft m. b. H. XX und 820 Seiten. Geb. RM 40.—; brosch. RM 35.—.

Es hat immer einen eigenartigen Reiz, die Originalarbeiten großer Forscher zu studieren und die Wege nachzugehen, die sie einst bahnbrechend uns vorangegangen sind; es hat aber einen noch größeren Reiz, die Briefe zu lesen, in denen sie zu ihren Freunden und Mitarbeitern gesprochen haben und in denen das Menschlich-Persönliche zum Durchbruch kommt, das in den Werken nicht zum Ausdruck kommen kann. C. F. GAUSS gehört zu den Forschern, die in ihren Werken ganz streng sachlich nur den Gegenstand zur Darstellung gebracht haben; er hat sich geradezu bemüht, alle Spuren zu verwischen, aus denen man etwa auf die Art der Entdeckung seiner Sätze schließen könnte. Um so mehr ist es notwendig, wenn man ein Bild von dem Menschen GAUSS haben will, zu seinen Briefen zu greifen, die uns in so großer Zahl aufbewahrt sind, wenn

sie uns auch bisher nur zu einem Teil zugänglich gemacht sind. Es sind erschienen: der Briefwechsel mit H. C. SCHUMACHER (6 Bände), mit W. OLBERS (2 Bände), mit F. W. BESSEL (1 Band) und einige Briefe an A. v. HUMBOLDT.

Der vorliegende Band vervollständigt diese Reihe: er enthält den Briefwechsel zwischen GAUSS und seinem Lieblingsschüler GERLING, dem späteren Professor der Mathematik, Physik und Astronomie an der Universität Marburg, aus den Jahren 1810 bis 1854. Leider sind zahlreiche rein persönliche Briefe nicht mehr vorhanden. Aber die hier veröffentlichten — 163 von GAUSS und 225 von GERLING — bieten wissenschaftlich, historisch und menschlich so viel des Interessanten, daß man der „Gesellschaft zur Förderung der gesamten Naturwissenschaften“ zu Marburg höchst dankbar sein muß, daß sie die 400-Jahrfeier der Marburger Universität zum Anlaß nahm, um den dritten Amtsnachfolger GERLINGS auf dem Marburger Lehrstuhl der Physik, den jetzigen Professor an der Universität Breslau, CLEMENS SCHAEFFER, zu bitten, diesen Briefwechsel herauszugeben. In dankenswerter Weise haben das GAUSS-Archiv und die Universitätsbibliothek Marburg die Originale der Briefe zur Verfügung gestellt, so daß der vorliegende stattliche Band der Öffentlichkeit übergeben werden konnte.

Der Herausgeber, der schon vor Jahren diesen Briefwechsel wissenschaftlich bearbeitet hat, hat zu allen vorkommenden Personennamen kurze Noten beigefügt, die astronomischen Zeichen und Abkürzungen durch Text ersetzt, eine Zeittafel der Briefe beigefügt und durch ein sehr ausführliches Namen- und Sachregister die Verwendbarkeit des Bandes wesentlich erhöht. In der Einleitung hat er einen kurzen Abriss von dem Leben GERLINGS gegeben und auf seine wissenschaftlichen Arbeiten und seine Tätigkeit bei der Triangulation des Kurfürstentums Hessen und bei der Einrichtung eines hervorragend guten physikalischen Instituts an der Universität Marburg hingewiesen.

Durch diese Arbeit hat sich GERLING einen guten Namen in der damaligen wissenschaftlichen Welt verschafft. Trotzdem ist natürlich in wissenschaftlicher Beziehung GAUSS der bei weitem Übertreffende. Er ist der Gebende, der GERLING seine Ideen auseinandersetzt, ihm Ratschläge gibt und Vorschläge macht. Aber — und das ist das Schöne gerade an diesem Briefwechsel — in menschlicher Beziehung ist GERLING meist derjenige, bei dem GAUSS den Rat eines guten Freundes sucht, dem er seine Sorgen als Vater mitteilt, mit dem er über die Berufsschwierigkeiten und über das Leben seiner Kinder im Ausland spricht und an den er sich wendet, ehe er in wichtigen Entscheidungen seine Entschlüsse faßt. Wenn damit auch an Dinge gerührt wird, die ganz persönlicher und familiärer Natur sind, so wäre es doch im höchsten Grade zu bedauern, wenn diese Briefe etwa fehlten oder nur gekürzt wiedergegeben würden; um so mehr, als sie nichts enthalten, was irgendwie einen Schatten auf das Bild des „*Princeps mathematicorum*“ werfen

könnte, sondern ganz dazu angetan sind, uns den Menschen GAUSS kennen zu lehren. Dazu kommt, daß diese Briefe zum Teil recht beachtenswerte und wichtige Bemerkungen über wissenschaftliche Fragen enthalten, die man auf keinen Fall missen möchte. So findet sich, um nur einiges zu nennen, z. B. Seite 416 eine Formulierung des D'ALEMBERTSchen Prinzips, Seite 675 eine Bemerkung über Symmetrie und Kongruenz in der 4-dimensionalen Geometrie und ein Satz über die Zerlegung des sphärischen Dreiecks in 3 gleichschenklige und Seite 736/7 ein Hinweis auf die Notwendigkeit, Rechts- und Linkssysteme anschaulich zu unterscheiden, da sich der Unterschied nicht durch Begriffe klarlegen läßt. GAUSS teilt hier die Ansicht KANTS, der aus derselben Tatsache auf das Vorhandensein eines absoluten Raumes und später auf den anschaulichen Charakter des Raumes überhaupt geschlossen hatte.

Aus der Fülle wissenschaftlicher Tatsachen, die sich in den übrigen Briefen finden, kann nur auf einiges hingewiesen werden. Man findet eine ziemlich ausführliche Besprechung der Methode der kleinsten Quadrate mit durchgerechneten Beispielen, Überlegungen zur POTHENOTSchen Aufgabe, Berichte über die jahrelangen Bemühungen, die GAUSS gemacht hat, um gewisse Fehler beim Theodoliten auszumerzen, Bemerkungen zur Geschichte der Entdeckung der Konstruktion des regelmäßigen Siebzehnecks und mehrfache sachliche und persönliche Hinweise auf die nichteuklidische Geometrie. Die Briefe enthalten ferner Bemerkungen zur Geometria situs und eine ausführliche Besprechung der Frage, wieweit die Exhaustionsmethode bei der Volumenberechnung der Körper vermieden werden kann, einer Frage also, die erst durch DEHNs Arbeit aus dem Jahre 1902 dahin entschieden worden ist, daß das Pyramidenvolumen ohne Anwendung dieser Methode nicht bestimmt werden kann. Man findet weiter Berichte aus der Geschichte der Entdeckung des elektromagnetischen Telegraphen, über die Triangulation von Hannover und eine große Zahl von astronomischen Einzelheiten, die hier nicht weiter aufgezählt werden sollen. Philosophisch interessant ist wohl noch eine Bemerkung auf Seite 123, wo GAUSS darauf aufmerksam macht, daß der Satz von der Zusammensetzung paralleler Kräfte nicht auf das Hebelgesetz zurückgeführt werden darf, da dieses Gesetz den genannten Satz bereits voraussetzt.

Diese Andeutungen mögen genügen. Sie zeigen, daß die Briefe zwischen GAUSS und GERLING für den Wissenschaftler von größtem Interesse sind; aber auch der Lehrer an der höheren Schule, der auf die geschichtliche Entwicklung und Einordnung der Probleme Wert legt, wird gern zur Belebung seines Unterrichts zu ihnen greifen, zumal viele der angeschnittenen Fragen bereits im Schulunterricht behandelt werden oder behandelt werden können. Metzner.

Eine geometrische Deutung des 3. Kepler-Gesetzes. Anziehung kein Naturgesetz. Von

JULIUS TRUMPP. 112 Seiten. München 1929, Verlag für Hochschulkunde. Geh. RM 3.30.

Nach Behandlung der Beziehungen, welche aus dem dritten KEPLERSchen Gesetz für die Bewegungen der Planeten folgen, weist der Verfasser auf den Zusammenhang zwischen dem NEWTONschen, dem Pendel- und dem Fallgesetz hin.

Nach der Meinung des Verfassers gibt es keine Anziehung der Masse, und „was wir als Anziehung und Schwere zu erklären uns bemüßigt fühlen, ist nicht auf eine unerklärliche, unendlich weit wirkende, rätselhafte Fernkraft zurückzuführen, sondern die unmittelbare Wirkung des einen Körpers im andern (Weltäther) für sich allein und in ihrer gegenseitigen Beziehung und Wechselwirkung untereinander“. Weiter sieht der Verfasser die Ursache der Schwere in einem Kampf der Körper mit dem sie umgebenden Medium um den Raum, und er glaubt „in Ansehung der unverkennbaren Übereinstimmung von Pendelgesetz und KEPLER-NEWTON-Gesetz als dem Gesetz der Beschleunigungsabnahme diese Abnahme ebenfalls im Sinne des „Archimedischen Prinzips“ behandeln zu können.

Ein besonderes Kapitel ist der translatorischen Bewegung des Sonnensystems gewidmet. In ihm wird versucht, die davon herrührende Komponente der Bewegung eines Planeten mit den anderen Komponenten seiner Bewegung in Verbindung zu bringen.

Kohl.

Die Erdzeitalter. Von EDGAR DACQUÉ. 565 Seiten mit 396 Abbildungen im Text und einer farbigen Tafel. München und Berlin 1930, R. Oldenbourg.

Das Buch bietet eine Geschichte der Erde und ihres Lebens. Es ist gut und flüssig geschrieben, aber darum nicht oberflächlich. Wenn alle neueren Theorien und Anschauungen darin verwertet sind, so konnten natürlich nicht alle Zweifel und Streitfragen — entsprechend dem Charakter des Buches — jedesmal in aller Ausführlichkeit dargelegt werden. Manches noch Problematische mußte bestimmter ausgedrückt werden, als es dem Stande der Forschung entspricht. Trotzdem wird die genügende Vorsicht nicht außer Acht gelassen, vor vorschneilen Schlüssen oft gewarnt und Kritik geübt. So wird z. B. die Weltelehre berücksichtigt und mit Wohlwollen behandelt, aber es werden auch ihre schwachen Seiten hervorgehoben. Ebenso werden WEGENERS Kontinental-Verschiebungstheorie, die Theorien von STAUB, ARLDT usw. herangezogen und besonders die große Bedeutung der Lehre von der Isostasie gewürdigt. Auch in der Entwicklung, Verwandtschaft und einstigen Verbreitung der Tiere und Pflanzen wird mit Recht häufig das Ungeklärte und Unsichere herausgestellt. Zugegeben werden muß, daß wir heute wieder bereit sind, dem katastrophalen Geschehen eine größere Bedeutung zuzuerkennen.

Die ganze Darstellung bewegt sich rein im Sinne der erklärenden Naturwissenschaften. Nur in einem kurzen Schlußkapitel wird andeutungsweise eine philosophische Ausdeutung zu geben

versucht. Der Verfasser will durchaus nicht die sog. mechanistische Methode verwerfen, er will nur darüber hinaus auch noch den übrigen „Rest“ zu erkennen versuchen. Er sucht über das „äußerlich-mechanische Sehen und atomisierende Analysieren“ hinaus nach einem „innerlich rhythmischen Geschehen“.

Ausgezeichnet sind in dem Buch die zahlreichen und gut gewählten Abbildungen, die das Verständnis des Inhalts wesentlich fördern helfen und deshalb einen wesentlichen Bestandteil des Buches ausmachen. Sehr gut ist auch die Auswahl der wichtigsten Literatur am Schluß, in der die allerneuesten Werke noch mit berücksichtigt sind.

Scheer.

Einführung in die Geophysik. II. Erdmagnetismus und Polarlicht; Wärme- und Temperaturverhältnisse der obersten Bodenschichten; Lufterlektrizität. Von A. NIPPOLDT, J. KERÄNEN, E. SCHWEIDLER. Mit 130 Textabbildungen. Berlin 1929, Julius Springer. RM 33.—; geb. RM 35.—.

NIPPOLDT stellt unsere heutigen Kenntnisse über den Erdmagnetismus einschließlich der Beobachtungsmethoden und der dafür notwendigen Präzisionsinstrumente zusammen. Die Hauptteile beschäftigen sich mit dem beharrlichen Magnetfeld der Erde und den zeitlichen Variationen. Für ihre Erklärung werden mathematische Ableitungen, Beobachtungen in der Natur und Versuche herangezogen.

Besonderem Interesse dürfte der Abschnitt über Polarlichter begegnen, bei dem die neuesten Arbeiten von BIRKELAND und STÖRMER Verwendung finden. Es zeigt sich immer mehr, wie erdmagnetische und elektrische Erscheinungen zusammenwirken und sich beeinflussen. War das Auftreten von Stickstoff in großen Höhen, allerdings in fester Form, schon eine gewisse Überraschung, so scheint es nun, daß die bekannte Nordlichtlinie nur auftritt, wenn zugleich Sauerstoff zugegen ist. Danach spielen die beiden Gase auch in großen Höhen die entscheidende Rolle. Auch für die Erklärung der Sonnenflecken ergeben sich neue Tatsachen, und die elektrische Strahlung im Kosmos tritt für die Physik der Sternwelt neben die Kräfte der Schwere und des Lichtdrucks. Mit ihrer Hilfe unternimmt BIRKELAND sogar den Versuch, eine neue Theorie für die Entstehung des Kosmos aufzustellen.

Die Ausführungen von SCHWEIDLER über Lufterlektrizität ergänzen teilweise diese Ausführungen und führen uns in die neueren Forschungen über die Bedeutung der radioaktiven Stoffe und die Strahlen außerterrestrischen Ursprungs ein. Behandelt werden die Prozesse, die in der Atmosphäre ionenerzeugend und ionenvernichtend wirken, ferner die Gesamtheit aller Prozesse, die einen Transport elektrischer Ladungen durch die Atmosphäre bewirken. Hier ist alles noch im Fluß, ungezählte Fragen bedürfen noch der Klärung und jeder Augenblick kann neue Beobachtungen und Überraschungen bringen. Darum

ist eine so klare Zusammenstellung über die gegenwärtigen Kenntnisse von höchstem Wert.

Mit einem ganz anderen Gebiet beschäftigt sich die Arbeit von KERÄNEN. Wichtig ist bei ihr die Verarbeitung des großen finnischen und russischen Materials. Die Arbeit ist sehr dankenswert, weil sie ein bisher wenig im Zusammenhang dargestelltes Gebiet betrifft, dessen Erklärung teilweise mit Zuhilfenahme mathematischer Ableitungen versucht wird. Die ganzen in dem Buche erörterten Erscheinungen haben nicht nur eine große wissenschaftliche, sondern auch eine praktische Bedeutung. Die Einwirkung der Kultivierung des Bodens auf die Erscheinung des Bodenfrostes ist eine Tatsache, die in Kanada eine große Rolle spielt. Auch die Bedeutung des Bodenfrostes für die Veränderung der Struktur, Kapillarität und Porosität des Bodens wird mit Recht hervorgehoben. Die Untersuchungen dürften auch für manche geologischen Fragen, z. B. die des Toteises, dem Forscher wichtige Tatsachen an die Hand geben. *Scheer.*

Einführung in die Geophysik. III. Dynamische Ozeanographie. Von A. DEFANT. 222 Seiten mit 87 Textabbildungen. Berlin 1929, Julius Springer. RM 18.—; geb. RM 19.80.

Auf wenigen Gebieten sind in den letzten Jahren so große Fortschritte gemacht, wie auf denen der Meteorologie und der Meereskunde. Das liegt nicht nur in der Vermehrung des Beobachtungsmaterials begründet, sondern in einer veränderten Betrachtungsweise. Die Meteorologie ging dabei voran, indem man von der statisch-statistischen Betrachtungsweise zur dynamisch-mathematischen überging. Wie man bei ihr die Bedeutung der höheren Schichten für die Erscheinungen im ganzen Luftozean erkannte, so in der Meereskunde die der tieferen Meeresschichten. Die Verwandtschaft beider Wissenschaften zeigt sich auch in der Annäherung der Ausdruckweise: in beiden spricht man von Polarfront, von Strato- und Troposphäre. In beiden Gebieten verdanken wir die wichtigsten Anregungen den Norwegern und Schweden, denen DEFANT diesen Band gewidmet hat.

Das Hauptproblem in dem vorliegenden Buch sind die Bewegungserscheinungen des Meeres. Es zeigt sich aber, daß dieses nun gelöst werden kann durch Betrachtung der Zustände der gesamten Wassermassen. Die Oberflächenerscheinungen sind nur ein Teil der gesamten Bewegungserscheinungen. Überblickt man größere Teile des Ozeans, so tritt eine Trennung und gegenseitige Neigung der Flächen gleichen Drucks, des Schwerepotentials und des spezifischen Volumens ein. Daraus ergibt sich, daß man ohne Kenntnis der Bewegungen nach hydrostatischen Methoden das Druckfeld und Massenfeld in jeder Vertikale bestimmen kann und aus diesen Verteilungen sodann die Bewegung der Wassermassen abzuleiten vermag. Ist also der Aufbau des Meeres gegeben, so sind die Stromverhältnisse festgelegt und können berechnet werden. Wie weit wir damit zu kommen vermögen, zeigt die Gegenüberstellung

von zwei Zeichnungen über die Geschwindigkeitsverteilung im Golfstrom bei Florida nach der Berechnung von G. Wüst und nach den in der Natur gemachten Beobachtungen.

Es war dabei notwendig, die Berechnung der Elemente der Meeresströmungen im homogenen Meer zu erweitern durch Betrachtung der Verhältnisse in einem Meer mit Diskontinuitätsflächen, die uns an der Oberfläche als Konvergenz- und Divergenzlinien entgegentreten.

Neben der thermohalinen Zirkulation, die für die vertikale Zirkulation von größter Bedeutung ist, sind es die durch Luftströmungen hervorgerufenen Meeresströmungen, die für die schließliche Gestaltung des Stromsystems in der Horizontalen ausschlaggebend sind. Hervorgehoben und behandelt wird dabei die Übertragung des Windeinflusses auf tiefere Schichten durch die Turbulenzreibung. Auch bei der kürzer dargestellten Wellenbewegung wird die Bedeutung der Turbulenz nachdrücklich hervorgehoben.

Das Buch erfordert eingehende Arbeit und ist keine leichte Lektüre. Was aber die Beschäftigung mit den Arbeiten von DEFANT so genußreich macht, ist ihre Klarheit und der streng logische Aufbau mit der exakten Beweisführung und der scharfen Herausstellung der Probleme. Wo noch Lücken unserer Erkenntnis vorhanden sind, werden sie nicht verschleiert, sondern zugegeben und betont, so z. B. die Schwierigkeit der Feststellung der absoluten Topographie der Meeresoberfläche. Bei der Erklärung der Gezeitenwirkung wird zwar gesagt, daß DEFANTS „Grundgedanke dieser hydrodynamischen Erklärung der atlantischen Gezeiten einen wahren Kern besitzt“, aber auch zugegeben: „DEFANT und STERNECKS Untersuchungen können nur als erste Versuche einer Deutung der Gezeiten des Atlantischen Ozeans angesehen werden. Denn beide berücksichtigen in keiner Weise die gewiß sehr beachtenswerte Tatsache, daß...“

Nicht in allen wissenschaftlichen Werken findet man eine derartige Bescheidenheit des Verfassers bei so umfassenden und wertvollen Ergebnissen. *Scheer.*

Dr. Franz Münichsdorfer, Bodenkarte Bayerns. 1: 400 000. Herausgegeben von der Geologischen Landesuntersuchung des Bayerischen Oberbergamts. München 1929, Bayer. Oberbergamt.

Die Karte bietet ein überaus klares, weithin sichtbares Bild. Das ist dadurch erreicht, daß die Böden verschiedener Beschaffenheit ohne Rücksicht auf die feineren Unterschiede zu großen Hauptgruppen zusammengefaßt sind. Für Einzelheiten gibt es Spezialkarten, besonders die geologisch-agronomischen. Während aber jene in erster Linie die Bodenarten darstellen, d. h. von dem Gestein ausgehen, aus dem der Boden entstanden ist, ist die vorliegende Karte eine solche der Bodentypen. Diese Karten sind zuerst in Rußland entwickelt worden. Auf ihnen wird die Verschiedenheit des Bodens wiedergegeben ohne Rücksicht auf das Gestein, aus dem sie entstanden

sind. Ein wesentlicher Faktor für die verschiedene Ausbildung ist das Klima.

Besonders stark treten in Bayern die braunen Waldböden hervor, humusarme Bodenarten, die Sand-, Ton- oder Lehmböden sein können. Sobald auf ihnen Laubholz durch Nadelholz ersetzt wird, werden sie in kurzer Zeit podsoliert, d. h. enteisenet, gebleicht und an säurelöslichen Mineralstoffen verarmt.

Das Gebiet des Schwäbischen und Fränkischen Jura tritt deutlich heraus als Rendzina, das ist ein humusreicher, aus Kalkgestein hervorgegangener Boden, doch ist die Humusschicht hier meist sehr flachgründig. Die Entwicklung führt vom Kalkrohoden über die Rendzina zum Alpenhumusboden.

Tschernosemartige Böden treten demgegenüber stark zurück. Wir erkennen sie an der Donau bei Straubing, auch im Nördlinger Ries. Hervorgegangen sind sie meist aus Löß oder Keupermergel. Der normale Tschernosem, der wegen seiner ausgezeichneten chemischen und physikalischen Beschaffenheit zu den besten Böden zählt, ist in Bayern nicht weit verbreitet.

Die Karte ist ein Anfang für ähnliche Bodenkarten ganz Europas in nicht zu kleinem Maßstabe. Sie dürften für wirtschaftsgeographische Arbeiten allmählich unentbehrlich werden und mindestens neben den geologischen Karten eine immer größere Bedeutung erhalten. *Scheer.*

Einführung in die anorganische Chemie. Von Prof. Dr. W. STRECKER. (Verständliche Wissenschaft, Bd. 8.) 14 Abbildungen, 210 Seiten. Berlin 1929, Julius Springer. Preis geb. RM 4.80.

Der bekannte Marburger Prof. STRECKER hat eine anorganische Chemie für Laien geschrieben, die in ihrer schmucken äußeren Aufmachung manchem Bücherschrank zur Zierde gereichen wird. Der Aufbau des Stoffes ist systematisch gehalten, die Auswahl für eine Einführung weise beschränkt und im ganzen meist darbietend gehalten, dabei aber trotzdem nicht trocken und in den wichtigsten Fällen durch Versuche und Abbildungen erläutert. Nach einer geschichtlichen Einleitung zur Gewinnung des Elementbegriffs werden die chemischen Theorien in leicht verständlicher Form in ihren Grundzügen abgehandelt und dann in der üblichen Weise die einzelnen Elemente besprochen, wobei nicht versäumt ist, zu den Nachbargebieten, besonders der Biologie und der Physik, mancherlei Brücken zu schlagen. Fast völlig fehlt die technologische Seite der Chemie und ihre wirtschaftliche Bedeutung, die ich gerade für eine für die breite Masse gedachte Einführung als wesentlich ansehe zum Verständnis ihrer Bedeutung für unser Volk. Das Buch ist kein Lehrbuch der Chemie, vermittelt vielmehr einen ersten, schon ziemlich umfassenden Überblick über die anorganische Chemie und ist darin den älteren bekannteren Büchern dieser Art, etwa dem von LASSAR-COHN, ebenbürtig an die Seite zu stellen. *A. Isberg.*

Einführung in die organische Chemie. Von OTTO DIELS. 6. Aufl., 332 Seiten, 33 Abbildungen. Leipzig 1929, J. J. WEBER. Preis geb. RM 13,40.

Die DIELSsche Einführung in die organische Chemie ist wohl das verbreitetste unter den Lehrbüchern der organischen Chemie für die Studierenden der technischen Chemie wie für die Lehramtsstudenten. Trotz seiner Kürze wird es nicht zur reinen Aufzählung, weil es überall die Zusammenhänge betont und nur das wirklich Bedeutungsvolle bringt. Alle wichtigeren Fortschritte auf dem Gebiete der organischen Chemie sind in der neuen Auflage bereits, dem Charakter der Einführung entsprechend, natürlich sehr kurz, beschrieben, wie z. B. der 17er Ring des Zibetons, die Sterine und Gallensäuren und manches andere. Dem Lehrer der Chemie kann das Buch bei seiner Vorbereitung für den Unterricht gute Dienste leisten und auch als kleines Nachschlagebuch dienen. *Dm.*

Lehrbuch der chemischen Physik. Von Prof. Dr. ARNOLD EUCKEN. XVI und 1037 Seiten. Mit 250 Figuren. Leipzig 1930, Akad. Verlagsgesellschaft m. b. H. Preis geh. RM 54.—; geb. RM 56.—.

Aus dem seit seinem Erscheinen sich großer Wertschätzung erfreuenden „Grundriß der physikalischen Chemie“ ist ein Lehrbuch geworden, dessen Inhalt auf mehr als das Doppelte angewachsen ist. Die Anordnung des Stoffes ist im wesentlichen dieselbe geblieben wie früher. Die zahlreichen wichtigen Forschungsergebnisse der letzten Jahre wurden eingefügt. Das Buch zerfällt in zwei Hauptteile. Im ersten sind die chemisch-physikalischen Erscheinungen vom Standpunkte der Wärmelehre aus behandelt. Die beiden Hauptsätze der Energielehre bilden die Einleitung. Bei ihrer Anwendung auf chemische Prozesse ist der Stoff so gegliedert, daß der Leser zuerst mit den empirischen Grundlagen bekannt gemacht wird, dann werden die thermodynamischen Beziehungen eingeführt, schließlich wird der Gegenstand auf Grund der kinetischen Theorie behandelt, und zum Schluß werden die Anwendungen, etwa der idealen Gasgesetze zur Temperaturbestimmung oder bei den realen Gasen der JOULE-THOMSON-Effekt als Grundlage der Luftverflüssigung nach dem Lindeverfahren, erwähnt. Diese Einteilung bringt ein Auseinanderreißen des Stoffes mit sich. Das dadurch häufig notwendig werdende Aufsuchen verwandter Kapitel wird durch Angabe von Paragraphen und Seitenzahlen erleichtert.

Der zweite Hauptteil befaßt sich mit dem Aufbau der Materie. Der Schilderung der Grundlagen der Atomphysik folgt die BOHRsche Theorie. Der COMPTON-Effekt bildet den Übergang zur DE BROGLIE-SCHRÖDINGERSchen Wellenmechanik. Die Eigenschaften der Molekeln werden an den Bandenspektren und den Dipolmomenten gezeigt. Die theoretischen Ansätze zur Erfassung der zwischen Atomen und Molekeln herrschenden Kräfte werden betrachtet. Das Schlußkapitel ist den Kristallen gewidmet.

Das Werk ist in dem Streben nach einer

physikalischen Durchdringung der physikalischen Chemie geschrieben, in dem Sinne, daß die physikalische Auffassung der Erscheinungen im Vordergrund des Interesses steht. Von den üblichen mathematischen Hilfsmitteln ist dabei Gebrauch gemacht. Die mathematisch-physikalische Einleitung, die sich im „Grundriß“ fand, ist mit Rücksicht auf den Umfang des Buches und auf seine Anlage weggelassen. Von dem Leser wird vorausgesetzt, daß er mit den Grundzügen der Experimentalphysik und mit den Elementen der Differential- und Integralrechnung vertraut ist. In der Absicht des Verfassers liegt es, „den Lernenden über den Rahmen der Vorlesung über Experimentalphysik hinaus in die wichtigsten Betrachtungsweisen und Ergebnisse derjenigen Zweige der Physik einzuführen, die zur Chemie in naher Beziehung stehen“.

In dem physikalischen und dem chemischen Schulunterricht können thermodynamische Betrachtungen und Erörterungen über die Vorstellungen vom Bau der Atome nur einen sehr kleinen Raum einnehmen. Ihre Auswahl und ihre Darstellung werden von dem Überblick abhängen, den der Lehrer über die Probleme hat. Das vorliegende Buch ist in hohem Maße geeignet, den heutigen Stand der behandelten Fragen und ihre korrekte Darstellung kennenzulernen. Die Literaturhinweise ermöglichen, im Falle des Wunsches nach eingehenderer Beschäftigung mit Spezialfragen, weiterzufinden. Bei dem Umfang des Buches ist die Auswahl der Zitate naturgemäß bisweilen willkürlich. Die Formeln sind leider öfter durch Druckfehler entstellt. *R. Schnurmann.*

Der flüssige Sauerstoff, seine Aufbewahrung, sein Transport und seine Erzeugung. Von M. LASCHIN. Halle 1929, Carl Marhold, Verlagsbuchhandlung. 30 Abbildungen, 87 Seiten. Geh. RM 4.40; geb. RM 5.40.

Der Verfasser vergleicht vom Standpunkt der Technik aus das bisherige Verfahren zur Herstellung, Lagerung und Verschickung von gasförmigem, komprimiertem Sauerstoff mit dem neueren, ihn in flüssiger Form aufzubewahren und zu verschicken, und kommt dabei zu ganz interessanten Ergebnissen, die auch für den allgemeinen Chemiker und den Lehrer von Interesse sind. Er beschreibt zunächst die Aufbewahrung und den Versand des komprimierten Gases in Stahlflaschen, weist auf die Abweichungen hin, die dabei infolge des hohen Drucks vom GAY-LUSSACschen Gesetz auftreten und gibt die Ursachen dafür an, warum das Gas immer feucht ist. Bei einer wirtschaftlichen Berechnung stellt sich heraus, daß außer den Kosten für die aufzuwendende Energie hauptsächlich die Stahlflaschen beim Transport diesen Sauerstoff verteuern. Daher hat man auch mit gutem Erfolg versucht, diese Kosten zu verringern und zwar dadurch, daß man Flaschen aus Leichtmetall verwendet, die einen Druck bis zu 300 Atmosphären aushalten, aber vorläufig nur in Größen bis 2 Liter hergestellt werden konnten. Sie weisen etwa nur das halbe Gewicht der Stahlflaschen auf.

Der Verwendung von flüssigem Sauerstoff stand lange Zeit gleichfalls der Mangel an geeigneten Aufbewahrungsgefäßen entgegen. Die früher benutzten Glasgeräte werden ihrer zu geringen Bruchsicherheit wegen nur noch ganz selten benutzt. Porzellan hat sich im großen gleichfalls nicht als genügend widerstandsfähig erwiesen, so daß man heute im großen mittels Ölluftpumpe evakuierte Metallgefäße benutzt. Diese Gefäße halten indessen das Hochvakuum nicht ganz; beschickt man aber den Zwischenraum mit stark aktiver Kohle, die eindringenden Sauerstoff absorbiert, so braucht erst nach etwa 2 Jahren das Vakuum erneuert zu werden. Da beständig Sauerstoff verdampft, wenn auch nur in kleinen Quantitäten, so kommen nur offene Gefäße in Betracht. Nach einem Patent von HEYLANDT ist das innere Gefäß pendelnd in dem äußeren aufgehängt. Beim Ausgießen berühren sich die Wandungen, und es wird Wärme zugeleitet, die Sauerstoff im Inneren zum Verdampfen bringt, so daß der flüssige Sauerstoff aus der sehr eng gewählten Öffnung schnell ausfließt. Nach Angaben der Sprengluftgesellschaft sind etwa 75 000 solcher Flaschen von 5, 15 und 25 Litern im Gebrauch.

Zur Isolierung wird sog. Schlackenwolle benutzt, die man durch Einpressen von Wasserdampf unter hohem Druck in flüssige Hochofenschlacke gewinnt, oder Magnesiumkarbonat und ferner hohes Vakuum. Es sind Standbehälter bis 16 000 Liter, die der Verfasser in allen technischen Einzelheiten beschreibt, gebaut worden. Auch Transportbehälter, die auf Kraftwagen montiert sind, hat man nach dem gleichen Prinzip gebaut.

Die Verwendung von flüssigem Sauerstoff hat gegenüber der von komprimiertem Gas mancherlei Vorteile. Einmal ist er stets trocken, so daß ein Einfrieren der Ventile vermieden wird, und dann läßt er sich vor allem viel billiger transportieren; die Transportkosten belaufen sich beim flüssigen Sauerstoff nur auf den 10. Teil.

Der Verbrauch und die Verteilung wird in derselben Weise gehandhabt, wie es sich bei den Stahlflaschen bewährt hat, aber die Vorratsbehälter werden häufig noch mit Vergasern versehen, wenn in kurzer Zeit große Gasmengen geliefert werden sollen. Man unterscheidet Kalt- und Warmvergasern, von denen die ersten den Wärmeverrat der Umgebung zur schnellen Verdampfung benutzen, während im zweiten Fall das Vorratsgefäß in ein Wasserbad getaucht wird. Zum Schluß des ersten Teils werden noch kurz die Organisation der Verteilung, die Sauerstofflager und die Abfüllvorrichtungen beschrieben.

Der zweite Teil ist der Herstellung von flüssiger Luft gewidmet. Der größte Teil der Erstehungskosten (etwa 65%) fällt auf den Kraftverbrauch, denn zur Erzeugung von 1 cbm flüssiger Luft ist eine minimale Arbeit von 0,1 PS. erforderlich. Die Luft muß zunächst von Kohlendioxid befreit werden. Dazu läßt man konzentrierte Kalilauge über Raschig-Ringe dem Luftstrom entgegenrieseln und trocknet dann, da auch das Wasser sorgfältig entfernt werden muß, über Chlor-

kalzium oder Ätzkali, das noch die letzten Spuren Kohlensäure festhält. Die kleinsten Mengen Wasserdampf fängt man schließlich mit Phosphor-pentoxyd heraus. Wünscht man einen kontinuierlichen Betrieb, so läßt man die Feuchtigkeit ausfrieren, da dann das Ersetzen der Chemikalien fortfällt. Auf diesem Wege trocknen die Gesellschaft für Lindes Eismaschinen und die „Air liquide“. Das chemische Trockenverfahren ist zwar etwas teurer, aber dafür beträchtlich einfacher und übersichtlicher. Besonders „Gel“, ein neues Trockenmittel, ist sehr beliebt, da es sich leicht regenerieren läßt.

Nach der Beschreibung von Kompressoren geht der Verfasser eingehend auf die Darstellung der flüssigen Luft ein. Er unterscheidet zwei Typen: das Verfahren von LINDE, bei dem beständig hochkomprimierte Luft am Drosselventil entspannt wird, und andererseits die Kombination des LINDESCHEN Verfahrens mit der Kälteerzeugung durch Leistung äußerer mechanischer Arbeit durch adiabatische Entspannung. Nach dem ersten Verfahren arbeitet die Linde-Gesellschaft, nach dem zweiten die „Société l'air liquide“ und die „Heylandt-Gesellschaft für Apparatebau“.

Das Büchlein ist flüssig, verständlich und interessant geschrieben und als neuerer Beitrag zur Technik komprimierter und verflüssigter Gase beachtenswert.

A. Isberg.

Metall- und Legierungskunde. Von Dr.-Ing. M. v. SCHWARZ. 2. Auflage. Stuttgart 1929, Ferdinand Enke. 337 Abbildungen. 383 Seiten. Geh. RM 26.—; geb. RM 29.—.

Aus der zweiten Auflage der „Chemischen Technologie der Neuzeit“, die von Prof. Dr. F. PETERS in 5 Bänden herausgegeben wird, ist die Metall- und Legierungskunde von SCHWARZ ein Sonderdruck. Sie behandelt die nicht eisenhaltigen Legierungen, und zwar so vollständig und umfassend, daß mir kein anderes Buch bekannt ist, das ihm in dieser Beziehung an die Seite zu stellen wäre. Der Gegenstand ist vom Standpunkt der Technik aus betrachtet, und es gibt wohl kaum eine Frage, die das Buch nicht auch dem speziellen Metall- und Legierungsfachmann beantworten würde. Dabei ist es trotzdem allgemeinverständlich geschrieben und bringt eine Fülle von Tatsachen, Bildmaterial und Tabellen, die auch dem Chemiker, der nicht vom Fach ist, und den Lehrer interessieren.

Im ersten allgemeinen Teil, der 145 Seiten umfaßt, werden die Begriffe Metall und Legierung festgelegt, die geschichtliche Entwicklung der Legierungen und die modernen Verfahren zu ihrer technischen Darstellung angegeben, sowie ihre Eigenschaften eingehend beschrieben. Die Ausbildung des Gefüges, seine Beeinflussung durch mechanische und thermische Behandlung, Rekristallisation, Festigkeit, Härte, Dehnbarkeit und Bearbeitbarkeit, die thermischen Eigenschaften, Farbe, Dichte und Volumen, Leitvermögen und die Widerstandsfähigkeit gegen chemische Beeinflussung bilden die Hauptgebiete. Besonders hinweisen möchte ich auf die vielseitigen Ätzver-

fahren, die der Verfasser zur Unterscheidung der Gefüge in der Oberfläche angibt und auf das hervorragende Bildmaterial von Oberflächen- und Bruch- oder Schnittflächengefügen, das sich sehr zahlreich im Text findet, sowie endlich auf die Fülle von Schmelz-, bzw. von Erstarrungsbildern, die über 50 Seiten einnehmen.

Der zweite Teil behandelt dann die Metalle und Legierungen (außer Eisen und seinen Legierungen) im einzelnen, ohne daß es bei der Vielseitigkeit möglich wäre, auch nur eine kurze Übersicht zu geben.

Das Kupfer und die Bronzen, Aluminium und seine Legierungen, die Weißmetalle und ihre Legierungen nehmen den Hauptumfang ein; aber auch alle anderen Metallegierungen findet man in großer Vollständigkeit besprochen. Im dritten Teil findet sich dann eine alphabetische Zusammenstellung von allen bekannten Legierungen, die auf einen Raum von rund 100 Seiten in Bezug auf chemische Zusammensetzung und technische Eigenschaften übersichtlich aufgezählt sind. Ein umfangreiches Verzeichnis der einschlägigen Buchliteratur, ein Autoren- und ein Sachregister erleichtern das Zurechtfinden in dem sehr umfangreichen Gebiet.

Das Buch von SCHWARZ gibt auf alle Fragen, die Metalle und Legierungen betreffen, Auskunft und ist mit Tabellen, Diagrammen und Bildern so reich ausgestattet, daß es jedem, der sich für dieses Gebiet interessiert, unbedingt zu empfehlen ist.

A. Isberg.

Das Buch der großen Chemiker. Von Dr. GÜNTHER BUGGE. Bd. 1 von ZOSIMOS bis SCHÖNBEIN, 469 Seiten, 62 Abbildungen. Berlin 1929, Verlag Chemie, G. m. b. H. Geb. RM 24.—.

Ohne Verzicht auf wissenschaftliche Zuverlässigkeit und Gründlichkeit kommt dieses Buch der großen Chemiker der psychologischen Einstellung unseres Zeitalters dadurch entgegen, daß die Schilderung der Hauptepochen aus der Geschichte der Chemie durch Biographien einzelner Forscher erfolgt, die die Träger der chemischen Forschung und der jeweils neuen Ideen gewesen sind. Die bekanntesten Chemie-Historiker sind die Mitarbeiter an diesem ausgezeichneten Werk; sie haben fast ausnahmslos aus dem Vollen schöpfen und nach eigenem Ermessen gestalten können, wobei beim einen mehr die Leistung, beim anderen mehr die Persönlichkeit des großen Chemikers in den Vordergrund gerückt wurde. Die meisten Biographien sind so fesselnd geschrieben, daß der Chemiker das Buch wie einen spannenden Roman liest, der ihn nicht eher losläßt, als bis er ihn zu Ende gelesen hat. Aber nicht nur der Chemiker, jeder Naturwissenschaftler und selbst der gebildete Laie wird beim Lesen dieses Buches auf seine Rechnung kommen. Die eigenartige Entwicklung unserer Erkenntnis von den Grundlagen des materiellen Seins aus mystischen Vorstellungen heraus, die Verbundenheit des Stoffproblems mit dem geistigen Leben in früheren Epochen, die allmähliche, durch die Verfeinerung unserer Denk- und Forschungsmethoden bedingte

Absonderung der Chemie von dem übrigen geistigen Leben wird auch in der Form der zwanglosen Aufsätze sehr deutlich. Die Auswahl der zur Darstellung gelangten Forscher und Probleme ist eben so geschickt getroffen, daß ein getreues Bild der geschichtlichen Entwicklung der Chemie als Wissenschaft entsteht.

„Auch die Meister der Chemie, die Forscher und Techniker verdienen die Verehrung, die man den großen Dichtern und Künstlern zuteil werden läßt“, sagt BÜGGE mit Recht in seinem Vorwort, indem er die Hoffnung ausspricht, daß dieses Buch dazu beitragen möge, die großen Meister zu ehren. Schon ALBERTUS MAGNUS denkt so, wenn er zum Ausdruck bringt: „Die Wissenschaft beginnt mit der Ehrfurcht und wird durch die Liebe vollendet“. Solange aber die Chemie für die gebildeten Schichten unseres Volkes ein Buch mit sieben Siegeln ist, solange

selbst die überwiegende Mehrzahl der Hochschullehrer der Chemie einen umfassenderen chemischen Unterricht sogar an den Real-Vollanstalten für überflüssig hält, solange werden die Leistungen der großen Chemiker von gestern und von heute in der Wertung der intellektuellen Oberschicht keine Rolle spielen, oder es wird doch nur ein gelegentliches, durch Sachkenntnis nicht getrübbtes, schnell verfliegendes Staunen hervorrufen, wenn einmal von einer bedeutsamen Neuentdeckung die Rede ist. Die höheren Schulen aber, soweit sie die Möglichkeit heute noch haben, ihren Schülern einen Einblick in das Wesen und das Schaffen großer Forscher und Entdecker zu bieten, sollten es sich nicht entgehen lassen, im Sinne BÜGGES die Ehrfurcht vor den großen Meistern der Chemie zu wecken und zu pflegen. Darum sollten „Die großen Chemiker“ in der Lehrerbücherei keiner höheren Schule fehlen. *Dm.*

Korrespondenz.

Bemerkung zu dem Aufsatz von W. BAHRDT 43, 241; 1930: Beispiele für einfache Übungen im physikalischen Arbeitsunterricht.

Auf S. 249, Zeile 8 von unten, ergibt sich rein rechnerisch zunächst die Gleichung

$$x = \frac{\pi H b^2 a}{h(4v + \pi b^2 a)}$$

Da nun im Nenner der Summand $\pi b^2 a$, der das Volumen der Röhre zwischen den beiden Marken bedeutet, gegenüber dem Summanden $4v$, der das vierfache Volumen der Thermosflasche darstellt, vernachlässigt werden darf, so ergibt sich die in dem genannten Aufsatz stehende Endgleichung

$$x = \frac{\pi H b^2 a}{4hv}$$

Druckfehlerberichtigungen. In dem Bericht von L. ZEHNDER: Über das Prinzip größter Einfachheit bei der Lehrerausbildung und den Volkshochschulkursen; Universalwage mit einfachen Experimenten, 43, 271; 1930, sind die Fig. 3 und 4 auf S. 271 durch ein Versehen in der Druckerei auf den Kopf gestellt worden; beide Figuren müssen um 180° gedreht werden.

In dem Originalbericht von A. WENZEL: Der Ramaneffekt, 43, 273; 1930, muß die Fig. 4 auf S. 275 um 90° rechts herum gedreht werden, so daß das linke Spektrum oben liegt. Von links aus gerechnet, ist das zweite Spektrum mit a zu bezeichnen, das dritte mit b und das vierte mit c, was im Druck versehentlich unterblieben ist.

Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Die 33. Hauptversammlung wird vom 7. bis 11. April 1931 in Dortmund stattfinden. Ihr liegt das Hauptthema zugrunde: Eisen und Kohle in Wirtschaft, Technik und Schule.

Für die allgemeinen Sitzungen sind unter anderem folgende Redner gewonnen: Prof. Dr. KONEN (Universität Bonn): Die Weiterentwicklung des Prinzips von der Erhaltung der Energie

in der neuesten Zeit. — Prof. Dr. Ing. SCHULZ (Direktor des Forschungsinstituts der Vereinigten Stahlwerke Dortmund): Moderne Stahlforschung. — Privatdozent Dr. SPETHMANN (Bergbauverein Essen): Ruhrkohle und Wirtschaft im Rahmen der gesamten Kohlenwirtschaft. — Bergassessor Prof. Dr. KUKUK (Direktor der geologischen Abteilung der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum): Die Bildung der Kohle unter Vorführung des Films von KUKUK und STACH: Die Entstehung eines Steinkohlenflözes. — Prof. Dr. DANNEMANN (Universität Bonn): Eisen und Kohle in kulturhistorischer Bedeutung.

In den Fachsitzungen werden unter anderem reden: Oberstudiendirektor Dr. HIRZEBRUCH (Hamm): Astronomische Messungen und Beobachtungen auf der Oberstufe. — Oberstudiendirektor KLEIN (Dortmund): Einführung in die elektrische Schwingungslehre mit der singenden Bogenlampe. — Studienrat PAULUSSEN (Dortmund): Selenzelle und Photozelle im Demonstrationsunterricht und in Arbeitsgemeinschaften. — Studienrat Dr. BUDE (Dortmund): Die Waldgeschichte Westfalens auf Grund der pollenanalytischen Untersuchung seiner Moore. — Prof. Dr. FEUERBORN (Universität Münster): Über die Biologie tropischer Binnengewässer (mit Lichtbildern). — Privatdozent Dr. med. FLÖSSNER (Universität Marburg): Welche Beiträge kann die moderne Biochemie für die Behandlung von Entwicklungsfragen im Unterricht liefern?

An Exkursionen und Besichtigungen sind vorgesehen: Die berggewerkschaftliche Versuchsstrecke in Dortmund-Derne. (Schlagende Wetter, Kohlenstaubexplosionen, Gesteinstaubsperrung, Sicherheitslampen.) — Das Walzwerk der Vereinigten Stahlwerke. — Die Versuchsanstalt der Vereinigten Stahlwerke. — Das Kraftwerk Hengsteysee. — Besichtigung von Zechen. — Einfahren in verschiedene Zechen. — Biologisch-geologische Exkursionen in die Dortmunder Umgebung.

Himmelserscheinungen im Mai und Juni 1931.

W.Z.: Welt-Zeit = Bürgerliche Zeit Greenwich. 0h W.Z. = Mitternacht bürgerliche Zeit Greenwich.
 Stundenzählung von 0h bis 24h. M.E.Z. = Mitteleuropäische Zeit = Bürgerliche Zeit Stargard = W.Z. + 1h.

0h W.Z.	Sonne ☉				Merkur ☿		Venus ♀		Mars ♂		Jupiter ♃		Saturn ♄	
	AR.	Dekl.	Zeitgl. ¹	Sternzeit ²	AR.	Dekl.	AR.	Dekl.	AR.	Dekl.	AR.	Dekl.	AR.	Dekl.
1931	h m	°	m s	h m s	h m	°	h m	°	h m	°	h m	°	h m	°
April 30	2 25	+14,4	- 2 40	14 27 54	2 27	+15,5	0 20	+ 0,4	8 53	+19,7	7 4	+23,0	19 40	-21,2
Mai 5	2 44	15,9	3 17	14 47 36	2 16	13,1	0 42	2,7	9 1	19,0	7 7	22,9	19 40	21,2
„ 10	3 4	17,3	3 39	15 7 19	2 10	11,2	1 4	4,9	9 10	18,3	7 11	22,8	19 40	21,2
„ 15	3 23	18,6	3 47	15 27 2	2 10	10,1	1 26	7,2	9 19	17,5	7 14	22,7	19 40	21,2
„ 20	3 43	19,7	3 41	15 46 45	2 16	10,1	1 49	9,4	9 28	16,7	7 18	22,6	19 39	21,3
„ 25	4 3	+20,7	- 3 21	16 6 28	2 28	+10,9	2 12	+11,5	9 37	+15,8	7 22	+22,5	19 39	-21,3
„ 30	4 23	21,6	2 49	16 26 10	2 47	12,5	2 35	13,5	9 47	14,9	7 26	22,3	19 38	21,3
Juni 4	4 44	22,3	2 6	16 45 53	3 10	14,6	2 59	15,4	9 57	14,0	7 30	22,2	19 37	21,4
„ 9	5 4	22,8	1 13	17 5 36	3 38	17,1	3 23	17,1	10 7	13,0	7 34	22,0	19 36	21,4
„ 14	5 25	23,2	- 0 13	17 25 19	4 12	19,6	3 48	18,7	10 17	12,0	7 39	21,9	19 35	21,5
„ 19	5 46	+23,4	+ 0 51	17 45 2	4 51	+22,0	4 13	+20,1	10 27	+10,9	7 43	+21,7	19 34	-21,5
„ 24	6 7	23,4	1 56	18 4 44	5 36	23,7	4 38	21,2	10 38	9,8	7 48	21,5	19 32	21,6
„ 29	6 27	23,3	2 59	18 24 27	6 23	24,5	5 4	22,1	10 48	8,7	7 52	21,3	19 31	21,6
Juli 4	6 48	+23,0	+ 3 58	18 44 10	7 11	+24,1	5 30	+22,8	10 58	+ 7,5	7 57	+21,1	19 29	-21,7

¹ Zeitgleichung = mittlere Zeit - wahre Zeit.

² Die Korrektion der Sternzeit für einen Ort λ° östlich bzw. westlich von Greenwich ist ∓ 0°.657 · λ°.

Auf- und Untergänge des oberen Randes der Sonne und des Mondes in mittlerer Ortszeit.
 Breite von Berlin (+ 52,5°), Länge von Stargard (15° östlich v. Greenwich).

	Sonne		Mond			Sonne		Mond			Sonne		Mond	
	Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.		Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.		Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.
1931	h m	h m	h m	h m	1931	h m	h m	h m	h m	1931	h m	h m	h m	h m
April 30	4 33	19 23	17 16	3 49	Mai 25	3 52	20 3	11 58	1 32	Juni 19	3 36	20 26	6 45	23 23
Mai 5	4 23	19 32	—	5 41	„ 30	3 46	20 9	19 24	2 37	„ 24	3 37	20 27	14 5	0 16
„ 10	4 14	19 40	2 19	11 36	Juni 4	3 42	20 15	—	6 42	„ 29	3 39	20 27	20 53	2 11
„ 15	4 6	19 48	3 7	17 37	„ 9	3 38	20 20	0 57	12 55	Juli 4	3 43	20 25	22 55	8 16
„ 20	3 58	19 56	5 9	23 48	„ 14	3 37	20 24	1 56	19 16					

Mondphasen 1931 M.E.Z.	Neumond		Erstes Viertel		Vollmond		Letztes Viertel	
		17. Mai	16h 27,9m	24. Mai	20h 38,8m	2. Mai	6h 14,4m	9. Mai
	16. Juni	4 1,7	23. Juni	1 23,2	31. Mai	15 33,0	8. Juni	7 18,2
					30. Juni	1 46,9		

Verfinsterungen der Jupitertrabanten in M.E.Z. (E = Eintritt, A = Austritt.)

Trabant I		Trabant II		Trabant III		Trabant IV	
Mai 11	21h 20,0m A	Mai 14	21h 25,9m A	Mai 11	21h 26,9m E		
„ 18	23 15,1 A						
Juni 3	21 34,0 A						

Erscheinen und Verschwinden der Planeten. Breite von Berlin, Zeitangaben in mittlerer Ortszeit.

	Merkur ☿		Venus ♀		Mars ♂		Jupiter ♃		Saturn ♄	
	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
1931										
April 30	—	—	A 3,8	D _m 4,0	D _a 20,8	U 2,3	D _a 20,6	U 0,9	A 1,2	D _m 3,2
Mai 10	—	—	A 3,5	D _m 3,6	D _a 21,2	U 1,8	D _a 21,0	U 0,3	A 0,5	D _m 2,7
„ 20	—	—	A 3,2	D _m 3,4	D _a 21,5	U 1,3	D _a 21,3	U 23,8	A 23,8	D _m 2,3
„ 30	—	—	A 2,9	D _m 3,1	D _a 21,9	U 0,7	D _a 21,7	U 23,2	A 23,2	D _m 2,0
Juni 9	—	—	A 2,6	D _m 3,0	D _a 22,2	U 0,2	D _a 22,0	U 22,7	A 22,5	D _m 1,8
„ 19	—	—	A 2,5	D _m 2,9	D _a 22,4	U 23,7		—	D _a 22,4	D _m 1,7
„ 29	—	—	A 2,5	D _m 3,0	D _a 22,3	U 23,2		—	D _a 22,3	D _m 1,8

A = Aufgang; U = Untergang; D_a und D_m = Erscheinen bzw. Verschwinden in der Dämmerung.

21. März 15h 7m **Frühlingsanfang**. 2. April 19h 23,2m bis 22h 51,7m **Mondfinsternis**, welche von 20h 22,3m bis 21h 52,6m total ist. Zeitangaben in M.E.Z. Kohl.

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

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagsbuchhandlung gestattet.