ZEITSCHRIFT
FÜR DEN PHYSIKALISCHEN UND
CHEMISCHEN UNTERRICHT

53. JAHRGANG 1940 HEFT 6

Über die Notwendigkeit der Berücksichtigung des mineralogischen Lehrstoffes im Unterricht der höheren Schulen.

Von H. Seifert in Berlin.

Der naturkundliche Unterricht der höheren Schule soll die Erscheinungen und den Formenreichtum der Natur kennen lehren, darüber hinaus ein naturwissenschaftliches Gesamtbild vermitteln. Auf dieses Ziel sind alle Einzelfächer auszurichten. Damit ist auch gefordert, daß Grenzgebiete und solche, die lehrplanmäßig nicht als eigene Fächer vertreten sind, sondern im Rahmen anderer betreut werden, nicht vernachlässigt werden. Hierzu gehören auch die Mineralogie und die Geologie.

Seit längerer Zeit entspricht das Unterrichtsergebnis ganz offensichtlich nicht dem soeben formulierten Ziel. Ein wesentlicher Teil der Natur, gerade das „dritte Naturreich", die Welt des Anorganischen, wird gegenüber der belebten Natur im Unterricht stark zurückgedrängt, ja vernachlässigt. Hiervon kann man sich durch Befragen aller derer, die diesen Bildungsgang durchgemacht haben, sonderlich der jüngsten Generation, leicht überzeugen. Es ist dabei bezeichnend, daß die davon Betroffenen sich ganz allgemein dessen nicht oder doch kaum bewußt sind. Denn es wird zwar jemand, der etwa eine Ziege von einem Schaf nicht unterscheiden kann, verlacht, gilt wohl als „ungebildet"; es findet aber niemand etwas dabei, wenn jemand Quarz und Feldspat, verbreitetste Mineralien der Erdkruste, nicht unterscheiden kann, ja schlimmer, sie auch nicht einmal dem Namen nach kennt.

Das Gesagte gilt übrigens nicht gleichmäßig für das Reich. Betroffen sind vor allem weite Teile Preußens und der norddeutschen Länder, insbesondere in ihrer großstädtischen Jugend, Bereiche also, wo die Anregung zu eigenen Beobachtungen in der Natur und die Möglichkeit zum Sammeln gerade von Gegenständen des Mineralreiches fehlen oder doch sehr eingeschränkt sind. Günstiger liegen die Verhältnisse in den mittel- und süddeutschen Ländern, sonderlich in der Ostmark, wo geographische und geologische Gegebenheiten die Beschäftigung mit den Materialien des Bodens eher veranlassen, ja gebieterisch fordern.

Die Ursachen des gekennzeichneten Mißstandes sind mannigfaltiger Art. Beispielsweise muß gewiß auf das Folgende verwiesen werden. Es mußte im Laufe der Zeit in Deutschland, der alten Heimat von Geologie und Mineralogie, die einst aus den Bedürfnissen eines blühenden Bergbaues erwuchsen, mit der Schrumpfung desselben bzw. der Verlagerung seines Schwerpunktes auf den reinen Kohlenbergbau auch ein Nachlassen des Interesses besonders an der Mineralogie bemerkbar werden. In welch enger Abhängigkeit beides voneinander steht, wurde gerade eben noch festgestellt.

In den Richtlinien für die Lehrpläne der Schulen ist bis vor kurzem der mineralogische Lehrstoff keineswegs vernachlässigt gewesen, selbst in Preußen nicht. Und in den Prüfungsbestimmungen für die Lehramtskandidaten war früher Mineralogie, mit Chemie verbunden, Prüfungsfach. Der zukünftige Lehrer brachte also, da er das Fach auf der Hochschule studieren mußte und darin auch geprüft wurde, die Befähigung mit, den Stoff gemäß den Richtlinien im Rahmen der Chemie an geeigneter Stelle seinen Schülern zu vermitteln. Man muß daher fragen, warum trotzdem ein großer Teil der Chemielehrer dafür verhältnismäßig wenig Interesse bekundete und den mineralogischen Stoff mehr oder weniger stillschweigend unter den Tisch fallen ließ.

Bücherei Oberschl. Berg- Hütten- Werke Ottenbach Beuthen

Daß die Mineralogie teilweise eine beschreibende Wissenschaft ist, kann nicht der Grund sein, denn das sind die biologischen Wissenschaften auch. Daß es sich nicht um Organisches, um Lebendes, sondern um die Erscheinungsformen der toten Materie auf der Erde handelt, kann gerade für die Chemiker auch kein wesentlicher Grund sein. Man hat oft den Vorwurf nachgesprochen, daß die Mineralogie insoweit selbst die Hauptschuld an diesem Zustand trage, als sie ihren Stoff uninteressant und in Formen darstelle, der Abneigung erzeuge, was zu den entsprechenden Folgerungen führe. Insbesondere mußte das in der allgemeinen Mineralogie als Vorstufe betriebene kristallographische „Klötzchen"praktikum dafür herhalten. Gewiß kann man dieses — wie jeden Unterrichtsgegenstand — auch langweilig gestalten. Wer aber aus langer Erfahrung die Schwierigkeiten kennt, die das unbedingt erforderliche Einarbeiten in die Gesetzmäßigkeiten der Kristallpolyeder macht, zumal wenn jemand mit wenig räumlichem Vorstellungsvermögen begabt ist — und deren gibt es leider recht viele Menschen —, der wird die Notwendigkeit zugeben müssen, in einem vernünftigen Ausmaß neben das Studium der natürlichen Kristalle das der modellartigen Holzklötzchen zu setzen. Die Kristalle sind nämlich selten ideal, d. h. unverzerrt ausgebildet, lassen also die wichtige Eigenschaft der Symmetrie morphologisch zunächst nicht erkennen; auch sind sie bei vielen Arten nicht genügend groß ausgebildet, so daß der Anfänger in den allermeisten Fällen nicht mit ihnen fertig würde. Nein, wir meinen, das, was das kristallographische Anfängerpraktikum an Abschreckendem besitzt, ist nichts anders als die leider verbreitete und doch so verkehrte Abneigung vieler Menschen gegen Mathematik in jeder Form. Man sollte sich um so weniger durch diese Teilerscheinung den Blick für das Ganze trüben lassen! Ein Beweis aber dafür, daß die mineralogische Wissenschaft an den besprochenen Dingen keine Schuld trägt, ist der Zustrom von Ausländern in den mineralogischen Hörsälen unserer Hochschulen.

Naturgemäß ist es immer mißlich für eine Wissenschaft, wenn sie bei der für irgendwelche Studienpläne vorgenommenen Aufteilung in Gruppen zu kurz kommt und keiner der sog. Hauptgruppen zugeteilt wird. Werden doch in der Schule auch der vorschriftsmäßig ausgebildete und unvoreingenommene Chemiker und Erdkundler, auch der Physiker, immer eine solche zugeteilte (und sogar auf verschiedene Fächer aufgeteilte) Wissenschaft nur „nebenher" betreiben. Das Hauptinteresse gilt dem eigenen Fach, in dem man selbst durch das rasche Fortschreiten der Wissenschaft stets neue Anreize zur Beschäftigung findet und dabei auch stets den Zwang zur Einschränkung spürt[1].

Man wende gegen unsere gesamten Ausführungen nicht ein, daß die unbelebte Natur an sich in den Fächern Physik, Chemie und Erdkunde zur Genüge behandelt werde. Mit „Kraft" und „Stoff" allein ist es nicht getan; es fehlt durchaus die notwendige Ergänzung in der Naturbeschreibung des Unorganischen, die des Mineralreichs und noch von vielem mehr, das sich darauf aufbaut, wie im folgenden noch kurz gezeigt wird. Ferner sei auch hier der Meinung schärfstens entgegengetreten, als ob überhaupt der Wissensstoff der Mineralogie von den benachbarten Wissenschaften Physik und Chemie übernommen und betreut werden könnte; diese Ansicht konnte irrigerweise nur in Zeiten aufkommen, wo stark theoretische Arbeitsrichtungen einen zu großen Sektor im mineralogischen Arbeitsbereich einnahmen.

Nach allem bestand aus äußerlichen, sachlich nicht gerechtfertigten Motiven eine verbreitete Abneigung gegen die Mineralogie von ihrer Studienzeit her in den Kreisen der Lehrkräfte. Wo die Liebe fehlt, fehlt auch das Wissen und damit die Grundlage für die Möglichkeit, den Stoff durch Lehre weiter zu verbreiten — um so will-

[1] Ein schlagender Beweis ist das mangelnde Interesse, das aus Kreisen der Lehrerschaft den kristallographischen und mineralogischen Vorträgen und Übungen an der Staatl. Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Berlin entgegengebracht wurde, wie Verf. aus eigener Erfahrung während mancher Jahre zu beobachten Gelegenheit hatte.

kommeneren Anlaß bot die erdrückende Fülle des Stoffes im eigenen Hauptfach, den mineralogischen Stoff im Unterricht zu vernachlässigen.

Die Prüfungsbestimmungen von 1917 hatten schon eine Verschlechterung der Lage für die Mineralogie gebracht[1]. Denn sie erkannten diese zwar als selbständiges Zusatzfach an, nötigten jedoch niemand, es anzumelden. In völlig unzureichender Weise wurde der Bedeutung des mineralogischen Lehrstoffs für den Schulunterricht nur dadurch Rechnung getragen, daß von allen Kandidaten für die Oberstufe in Chemie der „Nachweis eines erfolgreichen Besuches mineralogischer Übungen" gefordert wurde[2]. Die Folgezeit hat der Befürchtung durchaus recht gegeben, daß damit erst recht in keiner Weise gewährleistet war, daß die künftigen Lehrer die notwendigen mineralogischen Kenntnisse erwerben, die auch die Richtlinien für die Lehrpläne von 1925 im Grunde immer noch forderten.

Die Hoffnungen, daß die vom nationalsozialistischen Staat zu erwartende Vereinheitlichung des Schulbildungswesens auch neue Lehrpläne für die Mineralogie und entsprechend ihrer Bedeutung die organische Eingliederung in einen nationalen Gesamtunterricht bringen würde, so wie es vorbereitend mehrfache Eingaben verantwortlicher Fachkreise an das Ministerium dargelegt hatten, haben sich bisher nicht erfüllt. Im Gegenteil ist die Mineralogenschaft der deutschen Hochschulen aufs stärkste beunruhigt durch im Sommer 1939 bekannt gewordene Einzelheiten des Entwurfs einer neuen Prüfungsordnung für die Lehrer der höheren Schulen[3]. Hierin werden zwar im Rahmen der Fächer Chemie und Erdkunde noch gewisse Einzelgebiete des mineralogischen wie auch geologischen Lehrstoffs genannt, jedoch ist weder von einer Beteiligung des Mineralogen als Prüfer noch auch von einem Beifach „Mineralogie" überhaupt die Rede.

Was das praktisch bedeutet, ist jedem, der die bisherige, oben kurz geschilderte Entwicklung verfolgt hat, völlig klar. Der prüfende Chemiker (Erdkundler) wird im allgemeinen weder willens noch fähig sein zu beurteilen, ob der Prüfling die erforderlichen mineralogischen Vorkenntnisse (so nebenbei!) besitzt. Der zukünftige Lehrer braucht keinerlei Kenntnisse hierin mehr nachzuweisen, d. h. er wird das Fach nicht mehr studieren, da der Examensdruck fehlt. Die studierende Jugend ist viel zu sehr vom Drang beseelt, das Studium so schnell wie möglich zu beenden, als daß sie sich noch etwas erarbeitete, was für das Examen nicht unbedingt verlangt wird. Der Lehrer von morgen wird noch weniger als der von heute in der Lage sein, Mineralogie zu unterrichten, er wird daher gern diesen unbequemen Stoff beiseite schieben. Er kann Mineralogisches nicht vermitteln, weil er es nicht gelernt hat. Die unvermeidliche Folge ist weiter die, daß die Jugend nicht einmal mehr erfährt, daß es derartige Wissenschaftsgebiete gibt. Sie kann daher nicht mehr zu einer Beschäftigung mit diesen Dingen ermuntert werden, sie wird sie später auch nicht studieren. Der bereits längst begonnene Rückgang der Studierenden dieses Faches wird sich ins Katastrophale vergrößern. Das Fach wäre in Deutschland zum Aussterben verurteilt.

Im folgenden wird kurz gezeigt, welche Bedeutung die Mineralogie im System der Naturwissenschaften besitzt und welche Forderungen insbesondere auch von seiten der Praxis gerade für sie heute mehr denn je erwachsen. Das unfaßbar Widersinnige des gekennzeichneten Zustandes in der Schule wird dadurch nur in um so helleres Licht gerückt werden.

Es handelt sich bei dem mineralogischen Lehrstoff um zwei scheinbar recht heterogene Teilgebiete, nämlich 1. um die Erkenntnisse über den Kristallzustand und seine Eigenschaften und 2. um die Lehre vom stofflichen Bestand unserer Erdrinde. Es

[1] Vgl. A. Johnsen: Vorschlag zu einer Änderung der preußischen Prüfungsordnung für das höhere Lehramt bezüglich Mineralogie. Diese Z. **39**, 184 (1926).

[2] Dieser Nachweis wurde recht verschieden gehandhabt; manchmal wurde schon das „Abtestat" als ein solcher angesehen.

[3] Dieser Entwurf ist inzwischen durch Erlaß vom 30. 1. 1940 des Reichsministers für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung zur Prüfungsordnung erhoben worden.

braucht an dieser Stelle wohl nur kurz daran erinnert zu werden, daß es historisch bedingt ist, daß die Kristallographie im System der Wissenschaften ihren Platz bei der Mineralogie hat und daß sie auch auf der Hochschule nach wie vor nur vom Mineralogen in einer durch lange Tradition als richtig erkannten Weise allen Anforderungen entsprechend vertreten und gelehrt werden kann. Denn wollte der Mineraloge zur vollen Erkenntnis seiner Gegenstände, der Mineralien, durchdringen, war er, weil sie kristallisiert sind, von Anfang an genötigt, sich Rechenschaft zu geben von den Eigenschaften dieses Zustandes, ein Jahrhundert früher als der Chemiker und der Physiker.

An einer Stelle in „Erziehung und Unterricht“ (S. 165) heißt es: „Die Chemie lehrt die Ordnung im All begreifen, soweit es sich um den Stoffaufbau handelt, und vermag dadurch einen wesenseigenen Beitrag für die Gesamtschau der Natur zu geben.“ Nun, betrachtet man auf dem Boden der Theorie von der atomistischen Struktur der Materie die Reihe möglicher und vorhandener Ordnungszustände von Bauteilchen eines Stoffes, so hat man nach heutigem Wissen in dem kristallisierten Zustand mit seiner dreidimensional-periodischen Anordnung der Teilchen die höchste Stufe anorganischer Morphologie vor sich, auf dem Wege vom gasigen Zustand über den flüssigen und seltene Zwischenzustände. Der kristallisierte Zustand ist der schlechthin feste. Mehr als 99% aller natürlichen Stoffe der Erdrinde sind kristallisiert, der überwiegende Teil aller künstlich im Laboratorium erzeugten Stoffe, aller Gegenstände, die die Technik für die Bedürfnisse menschlicher Kultur aus irgendwelchen Rohstoffen herrichtet, besteht aus Kristallen. „Amorphe“ Körper gibt es nicht mehr viele; beispielsweise gehört der Werkstoff Glas noch dorthin. Die meisten früher als amorph bezeichneten Stoffe sind heute auch als kristallisiert erkannt, der sog. amorphe Kohlenstoff im Ruß, das amorphe Bor u. a.

Daß die Kristalle Beugungsgitter für Röntgenstrahlen abgeben, was zu der berühmten Entdeckung M. v. Laues und zu der großartigen Entwicklung der Kristallstrukturforschung geführt hat, ist schließlich eine für das Wesen der Ordnung der Materie so wichtige Tatsache, daß an ihr unmöglich vorübergegangen werden kann. Es muß erwähnt werden, daß sich im Anschluß hieran eine ganz neue Wissenschaft im Zwischengebiet, die Kristallchemie, entwickelt hat; ihr Ziel ist es, im System der kristallisierten Körper die Gesetze der Zusammenhänge von Struktur und aufbauenden Teilchen zu ergründen und somit letztlich eine Struktur aus ihren Bestandteilen vorauszusagen.

Welch unvollständiger und unzulänglicher Chemieunterricht also nach den Absichten des neuesten Prüfungsentwurfs und leider z. T. schon heute, welch armselige Erziehungsleistung zur „Ordnung im All“, einem längst überholten Wissensstande entsprechend! Es soll nicht gesprochen werden von dem für die menschliche Kultur bedeutungsvollsten Ordnungszustande der Materie, einem Zustande, der einen so berühmten Physiker wie W. Voigt zu dem Urteil veranlaßte, daß die Musik der physikalischen Gesetzmäßigkeiten in keinem anderen Gebiet in so vollen und reichen Akkorden töne wie in der Kristallphysik! Vom Ruß beispielsweise ist gewiß im Unterricht die Rede; davon aber, daß er kristallisiert und mit Graphit identisch ist, soll nicht und kann auch nicht gesprochen werden, weil man ja ohne die Erläuterung des Kristallbegriffs und seiner allgemeinen Bedeutung dazu auch gar nicht in der Lage wäre.

Aber auch bedeutungsvolle praktische Erwägungen sprechen dafür, Kenntnisse über Kristalle und den kristallisierten Zustand in gebührendem Maße zu vermitteln. Die Kristallographie ist heute in den Brennpunkt des Interesses der gesamten theoretischen und angewandten Naturwissenschaften wie der Technik gerückt; allen ist an der möglichst vollständigen Erkenntnis des Wesens des Kristallzustandes und seiner zahlreichen speziellen Äußerungen gelegen. Einige Beispiele mögen das belegen.

Für die moderne Metallographie ist die Kristallographie neben der physikalischen Chemie die notwendige Ergänzung ihrer Grundlagen. Die Eigenschaften von Guß-

blöcken verschiedenster Form, ihre verschiedenartigen Texturen kann man nur verstehen, wenn man die Eigenart ihrer Festwerdung, den Verlauf des Kristallisationsprozesses auf Grund der Eigenschaften des Zustandes beherrscht. Wesen und Entstehung metallischer Legierungen sind nur aus der Kristallographie zu begreifen, die Beeinflussung ihrer Eigenschaften durch Art und Konzentration von legierenden Zusätzen nur aus kristallographischem Verständnis zu erfassen und bis zu einem gewissen Grade nun schon vorher zu bestimmen. Technisch sehr wichtige Neuerungen wie z. B. die Herstellung von Edelstählen, Stählen mit besonderen elektrischen und magnetischen Eigenschaften kommen auf solchem Boden durch zielbewußte Forschung immer wieder zustande. Auch die Eigenschaften, die metallische Werkstücke durch Temperaturbehandlung oder durch mechanische Verformung erlangen, können nur aus den besonderen, im Kristall möglichen und bei diesen Änderungen erzeugten Deformationsvorgängen voll verstanden werden, so daß hieraus entspringende Erkenntnisse dann erst für weitere zielbewußte Forschung planmäßig zu verwenden sind. — Adsorptionserscheinungen, Oberflächenschutzschichten an Metallen, Reaktionen und Umwandlungen im festen Zustand, zunehmend an praktischer Bedeutung gewinnend, alles dies und manches andere kann nur unter Erkenntnis des kristallinen Charakters der Grenzflächen und deren besonderer Wirkung gegenüber amorphen Körpern vollständig bearbeitet und weiteren praktischen Zwecken dienstbar gemacht werden. Auch die Hüttentechnik etwa hat Gewinn von der Anwendung solcher Gesichtspunkte auf die Vorgänge der Flotation u. ä.

Ähnlich liegen die Dinge auf dem Gebiet der keramischen Industrien. — Hier noch ein anderes Beispiel aus anderem Gebiet. Wenn Bauxite etwa gleichen technischen Gehalts an Tonerde beim Aufschließen mit Säuren sich ganz verschieden verhalten, so kann nur der Mineraloge die Aufklärung geben. Nur aus Röntgenogrammen der kryptokristallinen Bauxitpulver ist zu entnehmen, daß es sich im einen Fall um einen Bauxit mit stärkerer Anreicherung des nach Glühen in Säuren löslichen Monohydrats Diaspor ($Al_2O_3 \cdot H_2O$) handelt, im anderen um einen Bauxit mit viel Hydrargillit (Trihydrat $Al_2O_3 \cdot 3\,H_2O$), der in heißen Säuren kaum löslich ist.

Die Beispiele ließen sich beliebig vermehren. Man versteht, mit welchem Recht vor etlichen Jahren ein führender Mineraloge der Neuzeit die Mineralogie, und zwar durch die Kristallographie, geradezu als den Kitt bezeichnen konnte, der die verschiedenen Disziplinen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät zusammenhalte.

Und nun die eigentliche Mineralogie als Lehre vom stofflichen Bestand der festen Erdkruste. Ihr Wissensstoff hat ganz bestimmt neben einer rein theoretischen Bedeutung im Sinne kultureller Vollständigkeit außerordentlich praktischen Wert, heute im Zeichen der Wirtschaftspläne der autoritären Staaten, in der Zeit einer auf das Volk ausgerichteten rationellen nationalwirtschaftlichen Bearbeitung des eigenen Volksbodens mit seinem ureigensten Volksvermögen, seinen Bodenschätzen, heute auch im Zeichen letzter siegreicher Durchsetzung aller völkischen Ziele der nationalsozialistischen Staatsführung mit dem Ausblick auf neue reiche koloniale Betätigung unseres Volkes. An welch wichtiger Stelle im Chemie- und auch im Erdkundeunterricht der Schule sollte also die mineralogische Rohstoffkunde stehen!

Dabei mag über die Form, wie im einzelnen der geeignete Stoff zu vermitteln ist, noch zu diskutieren sein. Hier ist nicht der Ort dazu; es war mehr die Absicht des Aufsatzes, auf die grundsätzliche Seite der Frage eindringlich hinzuweisen. Daß sowohl Fragen des natürlichen Vorkommens als auch der technischen Verwendung der Rohstoffe zu behandeln sind, scheint uns jedenfalls sicher. Doch möge im folgenden noch ein kurzer Übersichtsplan von Teilaufgaben moderner mineralogischer Betätigung gegeben werden, um den bedeutenden Wert unserer Wissenschaft für die Praxis zu zeigen. Uns interessieren hier:

1. Untersuchung und Beurteilung technisch wichtiger Rohstoffe, d. h. also eine lagerstättenkundliche Erforschung vornehmlich der Vorräte des eigenen Bodens.

2. Die systematische wissenschaftliche Erforschung aller ihrer Eigenschaften

a) bei den Steinen und Erden als den Rohstoffen für keramische Industrien, Glastechnik, Baustoffwirtschaft (Zement und Mörtel, Bausteine, Straßenbaumaterial, was z. T. in eigenen Forschungsanstalten dieser Industrien vielfach von gelernten Mineralogen geleistet wird);

b) der metallischen Rohstoffe, sonderlich auch hinsichtlich des Vorkommens beigemengter seltener Elemente, was in engster Verbindung steht mit oben gekennzeichneten Fragen technischer Ausnützung und von Bedeutung ist für die Lenkung der Hüttenprozesse, erstens um etwa jene Beimengungen für sich zu gewinnen, zweitens um das Wirtmaterial von ihnen völlständig oder bis zu einem gewünschten Maße zu reinigen.

3. Die zu 1. genannten Untersuchungen haben naturgemäß eine stete Förderung der allgemeinen Lagerstättenkunde zur Voraussetzung, die schließlich in

4. der neuen von Mineralogen entwickelten Geochemie ihre Krönung findet. Diese ist die Lehre von den allgemeinen Verteilungsgesetzen der Elemente und ihrer Wanderungen im Laufe geologischer Prozesse, ja der Erdgeschichte schlechthin; sie entwickelt ihre Lehre auf der Grundlage allgemeiner kristallstruktureller und atomphysikalischer Erkenntnisse, wie sie als Vorstufe die schon genannte Kristallchemie sammelt.

Nebenbei sei auch darauf wieder einmal hingewiesen, daß die Mineralogie auch im Unterricht der Schulen ein ausgezeichnetes Kittfach für die naturkundlichen Belange darstellt und gerade durch die oben begründete Verbindung mit heimatkundlicher Erziehung eine einzigartige Brücke zur Erdkunde und Volkswirtschaft bildet. Hier muß auch gesagt werden, daß gerade durch Arbeit in dieser Richtung an Volks- und Mittelschulen noch heute mineralogisches Wissen reichlicher als an höheren Schulen vermittelt wird.

Die Darlegungen dieses Aufsatzes werden jeden unvoreingenommenen Leser zu der Überzeugung drängen, daß hier ein unhaltbar gewordener Zustand geändert werden muß. Für eine kommende Generation von Lehrern können und müssen die Voraussetzungen dafür nur durch die Abänderung der Prüfungsbestimmungen sowie der Richtlinien für den Unterricht in den Fächern Chemie und Erdkunde geschaffen werden. Über die Einzelheiten der Forderungen, die hierfür von der mineralogischen Fachvertretung im Reich zu stellen sind, ist hier nicht zu sprechen. Klar muß nach dem Vorgetragenen in dieser Hinsicht jedem nur sein:

1. Jeder künftige Lehrer der Chemie bzw. Erdkunde muß Mineralogie studiert haben und den nötigen Wissensstoff beherrschen, was durch eine Prüfung zu belegen ist.

2. Im Unterricht der genannten Fächer muß Zeit und Gelegenheit sein, den nach seinem Umfang hier angegebenen mineralogischen Lehrstoff weiterzugeben, nicht aber um nur mehr toten Wissensballast anzuhäufen, sondern in einer durch den Gegenstand selbst durchaus dargebotenen lebendigen Form für dieses lebenswichtige Fach Interesse zu wecken.

Man braucht angesichts der vielen genannten neuen Teilgebiete unseres modernen Faches Mineralogie dabei nicht zu befürchten, daß damit eine überflüssige Belastung des Lehrstoffes und eine Überbewertung dieser Disziplin eintrete, eine angesichts der Konzentrierungsbestrebungen des Schulunterrichts auch unmögliche Forderung. Der Sinn des Wunsches, daß diese wichtigen Dinge nicht länger unterdrückt werden, ist nur der, dem Nachwuchs die erforderlichen Kräfte zuzuführen. An diesem Nachwuchs fehlt es überall in der reinen und in der angewandten Wissenschaft, im Bergbau und in den genannten Industrien, bei staatlichen Beratungs- und Untersuchungsstellen, im Reich wie in den Kolonien. Trieben die Dinge so weiter wie bisher, so ist der Fall durchaus in greifbare Nähe gerückt, daß man den Bedarf an Mineralogen, insbesondere

für Bergbau und Technik, geradezu durch Einfuhr aus dem Auslande würde decken müssen!

In diesen Zeilen kam es darauf an, die heutigen Lehrer, die es angeht, ob jung ob alt, zur Besinnung und zur Mithilfe aufzurufen. Diese Mithilfe kann von ihnen nur durch Arbeit an sich selbst geleistet werden.

Kleine Mitteilungen.

Versuche mit einem kleinen Glimmlampenapparat.

Von **J. T. László** in Cluj-Kolozsvár (Rumänien).

Die Glimmlampen haben nicht nur in der Wissenschaft und Technik vielseitige Verwendung gefunden, sondern sich auch für Zwecke des physikalischen Unterrichts gut bewährt. Ihre Eignung beruht hauptsächlich auf der Tatsache, daß sie praktisch trägheitslos arbeiten. Allerdings haben die gewöhnlichen Glimmlampenformen mit 2 Elektroden eine Eigentümlichkeit, die in manchen Fällen störend wirkt. Es besteht nämlich zwischen der Zündspannung und der Löschspannung eine beträchtliche Differenz [siehe diese Zeitschrift. **35**, 165 und 173 (1922)]. Über die Benutzung der älteren Glimmlampenformen findet man Angaben in dem Buche von F. Schröter: Die Glimmlampe und ihre Schaltungen (Leipzig 1932, Hachmeister und Thal). In den letzten Jahren sind nun Spezialformen entwickelt worden, bei denen die Differenz zwischen Zündspannnng und Löschspannung weitgehend verkleinert worden ist. Das ließ sich dadurch erreichen, daß eine dritte Elektrode eingeführt wurde. Die Röhre besitzt dann außer der Kathode und der Hauptanode noch eine Hilfsanode, der man eine gewisse Spannung gegen die Kathode erteilt und durch die eine Vorionisation des Gasinhalts erreicht wird. Auch auf diese Form wurde in der vorliegenden Zeitschrift bereits hingewiesen [siehe **50**, 101 (1937)]. Nähere Angaben finden sich in dem „Osram-Lichtheft S. 31“ von W. Pohle und H. Straehler: „Alte und neue Glimmlampenformen“ und in dem Aufsatze von W. Heinze und W. Pohle: „Die Glimmindikatorröhre mit 3 und 4 Elektroden zur optischen Abstimmung von Rundfunkempfängern“ [ETZ **56**, Heft 33 (1935)].

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf eine moderne Spezialform, z. B. Osram GIR 320 Z oder Vatea VT 2, die mit verschiedenen Namen belegt wird: Oszillographenröhre, Resonanz-Zeigeröhre, Glimmindikatorröhre. Im folgenden soll sie kurz als Indikatorröhre bezeichnet werden. Es handelt sich um eine röhrenförmige Glimmlampe, die in der Hauptsache mit Neon gefüllt ist und 3 Elektroden besitzt. Die Kathode ist stabförmig und wird an ihrem Grunde von der Hauptanode und der Hilfsanode umschlossen, die beide ringförmig sind. Die für die Röhre nötige Spannung greift man an einem Potentiometer ab und legt vor die Hilfsanode und die Hauptanode je einen Widerstand, von denen der zweite veränderlich ist. Man kann also Spannung und Stromstärke verändern. Die Kathode ist nach der Zündung mit einer Lichthaut überzogen, die auch aus größerer Entfernung als rötlich leuchtender Faden gut zu erkennen ist. Erniedrigt man die Spannung, so verkürzt sich der Faden, und zwar genügt eine Erniedrigung um 12 bis 15 V, um den Faden von seiner vollen Länge, die 5 bis 6 cm beträgt, auf einen kleinen Rest zusammenschrumpfen zu lassen. Die hindurchfließende Stromstärke ist dabei 1,8 bis 2 mA. Die Längenänderung erweist sich dabei als angenähert proportional der Spannungsänderung. Reguliert man die hindurchfließende Stromstärke durch den vor der Hauptanode liegenden Widerstand, so zeigt sich, daß die Röhre auf Änderungen der am Potentiometer abgegriffenen Spannung um so stärker anspricht, je kleiner die vom Widerstande hindurchgelassene Stromstärke ist. Mit Hilfe einer Indikatorröhre läßt sich nun ein kleiner, vielseitig

verwendbarer Apparat herstellen, dessen Schaltungsschema in Fig. 1 angegeben ist. Die rechte Seite der Zeichnung stellt die Indikatorröhre mit ihren Widerständen dar, die linke Seite enthält die Vorrichtungen zur Gleichrichtung des Netzwechseltromes. Zu der Zeichnung sei folgendes bemerkt:

Zur Gleichrichtung dient eine Gleichrichterröhre mit 4 V Heizspannung. Ihr Heizfaden wird unter Einschaltung des veränderlichen Widerstandes 30 Ω an die 5-Volt-Klemmen eines Klingeltransformators gelegt, dessen Hochvoltseite an die Netzspannung 220 V kommt. Hat der Umschalter U die gezeichnete Stellung, so erhalten die Buchsen *2* und *3* pulsierende Gleichspannung. Wird jetzt durch Schließung des Schalters S_1 der Kondensator von 8 μF eingeschaltet, so wird die pulsierende Spannung geglättet. Dreht man den Schalter U um 90°, so wird der Gleichrichter unwirksam, und die Buchsen *2* und *3* liegen an der Wechselspannung des Netzes. Wir erhalten also an den Buchsen *2* und *3* nach Wahl: 1. pulsierende Gleichspannung, 2. geglättete Gleichspannung, 3. Netzwechselspannung.

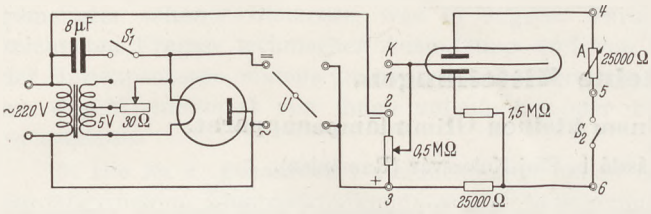


Fig. 1. Schaltungsschema des Glimmlampenapparates.

Zwischen den Buchsen *2* und *3* liegt ein Potentiometer von 0,5 MΩ, dessen Schleifer mit der Kathode K der Indikatorröhre verbunden ist. Von der Buchse *3* geht die Leitung über einen festen Schutzwiderstand zu 25000 Ω und verzweigt sich dann. Der eine Zweig führt über einen Widerstand von 0,5 bis 1,5 MΩ zur Hilfsanode, der andere führt über den Schalter S_2 und einen veränderlichen Arbeitswiderstand A von 25000 Ω zur Hauptanode. In diesem Zweige liegen die Buchsen *4*, *5* und *6*.

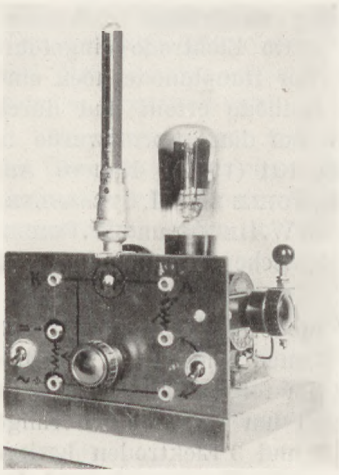


Fig. 2. Gesamtansicht des Glimmlampenapparates.

Die Indikatorröhre besitzt meist einen Zwergvierstiftsockel. In diesem Fall ist die Anode an den dicken Stift angeschlossen, die Kathode an den gegenüberliegenden dünnen und die Hilfsanode an eine der beiden anderen. Es ist daher zweckmäßig, die für die beiden letzten Stifte bestimmten Buchsen in der Fassung miteinander zu verbinden. (Siehe Osram, Liste 56, August 1937, Glimmindikatorröhren.) Hat die Indikatorröhre einen Swansockel, so ist von den beiden Kontakten am Boden des Sockels der eine mit der Hauptanode, der andere mit der Hilfsanode verbunden, und zwar ist der Kontakt für die Hauptanode durch einen Pfeil auf der Sockelwand gekennzeichnet; der Metallmantel des Sockels ist mit der Kathode verbunden.

Der fertige Apparat ist in Fig. 2 dargestellt. Auf einem waagerechten Holzbrettchen von etwa 14 × 14 cm² Größe findet der Gleichrichterteil seinen Platz, während auf einer senkrecht dazu befestigten Frontplatte aus Isolierstoff zu etwa 14 × 10 cm² die Indikatorröhre mit allen Buchsen, Schaltern und Widerständen untergebracht ist. Die Indikatorröhre ragt über die Frontplatte hinaus, um gut sichtbar zu sein. Auf die Vorderseite der Frontplatte zeichnet man ein vereinfachtes Schaltungsschema und setzt die Buchsen und die beweglichen Teile so, daß sie in die Zeichnung hineinpassen. Es genügt, wenn hier die Indikatorröhre als einfache Glimmlampe mit nur zwei Elektroden gezeichnet wird, und wenn nur das Potentiometer und der veränder-

liche Widerstand eingetragen werden. Mit dem Apparat lassen sich die folgenden Versuchsreihen ausführen.

1. Vorversuche. Man legt den Apparat an das Wechselstromnetz zu 220 V, schließt den Schalter S_2 und verändert die vom Potentiometer abgegriffene Spannung durch Verschieben des Gleitkontaktes. Die Länge des Glimmlichtfadens wächst mit wachsender Spannung. Verändert man die Stärke des durch die Indikatorröhre fließenden Stromes durch Veränderung des Widerstandes A, so zeigt sich, daß mit wachsender Stromstärke die Länge des Lichtfadens zunimmt. Die Versuche werden bei beiden Stellungen des Umschalters U, also mit Wechselstrom und mit Gleichstrom, durchgeführt.

2. Optische Untersuchung der vom Apparat gelieferten Stromarten. Man beobachtet im rotierenden Spiegel den Glimmlichtfaden und kann folgendes ermitteln. Bei Stellung des Umschalters U auf Wechselstrom erblickt man im Drehspiegel abwechselnd die halbsinusförmigen Aufleuchtungen des Fadens und die Aufleuchtungen der ringförmigen Hauptanode. Bei Schaltung auf pulsierenden Gleichstrom, in der die Schalter U und S_1 die in Fig. 1 gezeichneten Stellungen haben, sieht man im Drehspiegel nur die halbsinusförmigen Aufleuchtungen des Fadens, zwischen denen eine Lücke von einer halben Periode besteht. Überbrückt man jetzt das Potentiometer durch den Kondensator von 8 μF, indem man den Schalter S_1 schließt, so wird im Drehspiegel das Wellenbild in ein gleichmäßiges Lichtband verwandelt. Wählt man zur Überbrückung des Potentiometers Kondensatoren von 4, 2 und 1 μF, die man nach Öffnung des Schalters S_1 zwischen die Buchsen *2* und *3* legt, so erkennt man die weniger vollkommenen Grade der Glättung.

3. Unterschied von Ohmschen Widerständen, Kapazitäten und Induktivitäten. Man stellt die vom Potentiometer abgegriffene Spannung so niedrig, daß der Glimmlichtfaden nur 1 bis 2 cm lang ist. Dann öffnet man den Schalter S_2 und legt die zu untersuchenden Widerstände, Kondensatoren und Spulen zwischen die Buchsen *5* und *6*. Die Indikatorröhre wird jetzt als Strommesser benutzt. Schaltet man Silitstäbe von 0,1 bis 0,3 MΩ ein, so hat das Glimmlicht bei Wechselstrom etwa dieselbe Länge wie bei Gleichstrom. Bei Einschaltung eines Kondensators von 5000 cm leuchtet die Indikatorröhre nur bei Wechselstrom. Legt man zwischen die Buchsen *5* und *6* eine Spule mit großer Selbstinduktion, z. B. die Hochvoltseite eines NF-Transformators, so leuchtet die Indikatorröhre nur bei Gleichstrom. Legt man endlich zwischen die Buchsen *5* und *6* einen alten Silitstab von 1 bis 3 MΩ und erhitzt ihn durch die Flamme eines Bunsenbrenners, so zeigt sich, daß mit steigender Temperatur die Länge des Glimmlichtfadens wächst, also der Widerstand abnimmt.

4. Additionsgesetze für Ohmsche Widerstände und für Kondensatoren. Wir verwenden zwei gleiche Silitwiderstände und schalten zwischen die Buchsen *5* und *6* erst einen einzelnen, dann beide hintereinander und schließlich beide nebeneinander. Durch die Längen des Glimmlichtfadens können wir grob die Stromstärken in den drei Fällen vergleichen. Mit zwei gleichen Kondensatoren machen wir die drei entsprechenden Versuche für Wechselstrom. Übrigens läßt sich an der Längenänderung des Glimmlichtfadens beobachten, wie sich bei einem Drehkondensator mit mehr als 1000 cm Kapazität diese durch Drehen des Knopfes verändert.

5. Auf- und Entladen eines Kondensators. Wir stellen den Apparat auf pulsierenden Gleichstrom ein und greifen am Potentiometer eine so hohe Spannung ab, daß der Glimmlichtfaden seine größte Länge hat. Dann berühren wir die Buchsen *2* und *3* mit den Belegungen eines großen Kondensators von 8 bis 16 μF. Im Augenblick der Berührung schrumpft das Glimmlicht etwas zusammen, wächst aber dann allmählich wieder zu seiner ursprünglichen Länge an, die erreicht ist, wenn der Kondensator aufgeladen ist. Löst man jetzt die Verbindungen des Apparates zum Leitungsnetz, so entlädt sich der Kondensator langsam über das Potentiometer und die Indikatorröhre, was an dem langsamen Erlöschen des Glimmlichtes sichtbar wird. Vergleicht

man die Entladungszeiten verschieden großer Kondensatoren, so zeigt sich, daß die Zeiten den Kapazitäten entsprechen.

6. Induktionsstrom beim Ein- und Ausschalten einer Spule. Man erzeugt mit dem Apparat geglätteten Gleichstrom, öffnet den Schalter S_2 und verbindet die Buchsen *5* und *6* durch die Hochvoltspule eines Klingeltransformators. Der Widerstand *A* wird völlig ausgeschaltet und das Potentiometer so eingestellt, daß der Glimmlichtfaden ganz kurz ist. An die Enden der Niedervoltspule des Klingeltransformators wird eine 4-Volt-Taschenlampenbatterie oder ein Akkumulator gelegt unter Einfügung eines gewöhnlichen Schalters. Bei richtiger Polarität der Niedervoltspule, die durch Versuch ermittelt werden muß, beobachtet man, daß beim Schließen des Niedervoltkreises das Glimmlicht sich vorübergehend verkürzt, beim Öffnen des Kreises dagegen zu einem hellen Lichtblitz wird.

Man kann den Versuch auch in folgender Form ausführen. Man stellt den Apparat auf geglätteten Gleichstrom und das Potentiometer auf volle Spannung. An die Buchsen *1* und *4*, also parallel zur Indikatorröhre, legt man eine Drosselspule von etwa 40 Henry. Beim Öffnen des Schalters S_2 leuchtet an der Anode der Röhre das Glimmlicht auf, beim Schließen des Schalters aber blinkt die Kathode auf kurze Zeit ganz auf.

7. Untersuchung fremder Wechselströme und langsamer elektrischer Schwingungen. Um fremde Wechselströme zu untersuchen, läßt man diese den Arbeitswiderstand *A* durchfließen und benutzt die an seinen Enden auftretenden Spannungsschwankungen, um das Glimmlicht auszusteuern, das im rotierenden Spiegel beobachtet wird. Der Apparat wird dabei auf Lieferung von geglättetem Gleichstrom eingestellt. Die Sinusform des städtischen Wechselstromes weist man nach, indem man durch geeignete Einstellung des Potentiometers den Glimmlichtfaden auf halbe Länge bringt. Dann schließt man einen guten Klingeltransformator, keinesfalls aber einen sogenannten Autotransformator, mit seiner Hochvoltseite an das städtische Netz und verbindet die Enden seiner Niedervoltseite mit den Buchsen *4* und *5*. Man kann in derselben Weise auch die langsamen Schwingungen beobachten, die von einem einfachen Schwingungsgenerator erzeugt werden, wie er in dieser Zeitschr. 48, 78 (1935) beschrieben wurde. Mit diesem können die Schwingungen so langsam hergestellt werden, daß ihre Beobachtung auch ohne Drehspiegel erfolgen kann. Sehr schön sind die Wellenbilder tonfrequenter Schwingungen, die mit einem Rundfunkempfänger zu erzielen sind. Man gibt die niederfrequenten Ströme, die aus dem Ausgangstransformator eines solchen Empfängers austreten, auf den Widerstand *A* und erblickt dann im schnell rotierenden Drehspiegel ein Wellenbild des Glimmlichtfadens, das im Rhythmus der Musik und bei den kleinsten dynamischen Tonänderungen sein Aussehen ändert. Es ähnelt der Zackenschrift eines Tonfilms, der nach dem Amplitudenverfahren hergestellt ist. Man muß bei diesem Versuche die Lautstärke des Empfängers so regeln, daß die Indikatorröhre nicht übersteuert wird.

8. Verwendung des Apparates als Schwingungsgenerator. Man verwendet zunächst pulsierenden Gleichstrom und schaltet zwischen die Buchsen *1* und *4*, also parallel zur Indikatorröhre, einen Kondensator von 4 bis 8 μF. Das Potentiometer wird auf volle Spannung gestellt und dann ganz langsam auf kleinere Spannungen. Bei einer gewissen Spannung werden die rhythmisch aufeinanderfolgenden Auf- und Entladungen des Kondensators sichtbar. Dieser lädt sich nämlich über den Vorschaltwiderstand *A* auf und entlädt sich dann über die Indikatorröhre, sobald er deren Zündspannung erreicht hat. Die Entladung hört auf, wenn seine Spannung auf die Löschspannung der Röhre gesunken ist. Dieser Vorgang wiederholt sich dauernd, und es entstehen die sogenannten Kippschwingungen. Benutzt man einen Kondensator von 0,5 bis 1 μF, so kann man im rotierenden Spiegel sehr gut den zickzackförmigen Verlauf der Schwingungskurve beobachten. Sollten übrigens bei diesem Versuche die Kippschwingungen nicht einsetzen, so vertausche man die zur Haupt- und Hilfsanode führenden Leitungen. Stellt man den Apparat auf geglätteten Gleichstrom und benutzt

Kapazitäten von 5000 cm bis 0,1 μF, so folgen die Kippschwingungen einander so schnell, daß wir im Gebiete der Tonfrequenzen sind. Legt man einen Telephonhörer oder einen empfindlichen Lautsprecher zwischen die Buchsen *5* und *6*, so kann man nach Öffnung des Schalters S_2 den Ton hören und den Apparat dann z. B. für Kapazitätsmessungen verwenden.

9. Zählkammer. Man stellt den Apparat auf geglätteten Gleichstrom und legt wieder zwischen die Buchsen *1* und *4*, also parallel zur Indikatorröhre, einen Kondensator von 4 bis 8 μF, so daß sehr langsame Kippschwingungen entstehen. Bringt man jetzt die Indikatorröhre zwischen zwei kleine kreisförmige Elektroden, die von einer langsam gedrehten WIMSHURSTschen Maschine Spannung erhalten, so verstärkt dieses elektrische Feld die Ionisation des Gases in der Röhre und vergrößert die Frequenz der Kippschwingungen. Auch Röntgenstrahlen erhöhen die Ionisation. Verwendet man die angegebene Schaltung uud läßt Röntgenstrahlen auf die Indikatorröhre treffen, so hat man eine Art Zählkammer für Röntgenstrahlen. Benutzt man für die angegebene Schaltung einen Kondensator von 5000 bis 20000 cm Kapazität und schaltet zwischen die Buchsen *5* und *6* nach Öffnung von S_1 eine Photozelle, so hat man einen sogenannten Photokippkreis. Die Ladestromstärke und damit die Kippfrequenz hängt von der Beleuchtungsstärke ab, die auf die Photozelle trifft. Man muß bei diesem Versuche darauf achten, daß die zwischen den Buchsen *5* und *6* herrschende Spannung nicht größer ist als die für die Photozelle zulässige Maximalspannung.

Die vorstehend beschriebenen Versuche lassen sich alle wohl auch mit andern Hilfsmitteln ausführen, insbesondere mit solchen, die eleganter arbeiten und genauere Messungen gestatten. Diese Hilfsmittel sind aber teuer. Der Vorzug des beschriebenen Apparates liegt darin, daß seine Herstellungskosten sehr gering sind. Dabei ist noch zu betonen, daß die Lebensdauer der Indikatorröhre groß ist. In allen Fällen, in denen man mit bescheidenen Geldmitteln auskommen muß, ist die Anfertigung des kleinen, vielseitig verwendbaren Gerätes zu empfehlen.

Untersuchungen mit dem Kolbenprobergerät[1].

Von **Max Schmidt** in Hamburg.

V. Die Analyse von Gasgemischen.

Das Ziel der quantitativen Untersuchung reiner gasförmiger Verbindungen durch Verbrennung sowie derjenigen des Reaktionsverlaufes zwischen elementaren Gasen ist im allgemeinen die Ableitung der Formel des betr. Gases bzw. der Gleichung des chemischen Vorganges. Derartige Analysen verfolgen also in der Hauptsache Lehrzwecke. Anders steht es mit der Analyse von Gasgemischen. Hier werden Eigenschaften und Zusammensetzung der einzelnen Bestandteile als bekannt vorausgesetzt, und die Feststellung ihres Mischungsverhältnisses ist weniger für den Unterricht als vielmehr für die Zwecke der Technik, der Physiologie und Hygiene, der Gasabwehr usw. erforderlich. Immerhin spielen diese Untersuchungen, etwa diejenige von Luft und Atemluft, von Rauchgasen, Generator-, Wasser- und Mischgas sowie von Leuchtgas auch für den Unterricht (Arbeitsgemeinschaften!) eine nicht unbedeutende Rolle. Es soll in den folgenden Ausführungen von der Beschreibung physiologischer Versuche dieser Art abgesehen werden, weil für diese eine besondere Behandlung mit Rücksicht auf ihre Bedeutung für den biologischen Unterricht angebracht erscheint. Auch die Beschreibung der Luftanalyse kann hier fehlen, da sie bereits in der Arbeit von DOERMER[1] erfolgt ist und in erweiterter Form in der geplanten Abhandlung über quantitative Gasstoffwechselversuche enthalten sein wird.

[1] Vgl. diese Z. L. DOERMER: **49**, 247 (1936). — M. SCHMIDT: **50**, 188 (1937); **51**, 197, 239 (1938); **52**, 197 (1939).

Die Analyse von Gasgemischen setzt, wie erwähnt, die Bekanntschaft mit den chemischen Eigenschaften der Teilgase voraus. Es sind in der Hauptsache O, N, CO_2, CO, H und die Kohlenwasserstoffe. Angaben über ihre Untersuchung durch Absorption bzw. Verbrennung finden sich in dieser Zeitschrift **50**, 188 (1937). Hier sei nur noch ein Versuch über Kohlevergasung nachgetragen, der zunächst qualitativ in der Weise ausgeführt wird, daß man einen langsamen CO_2-Strom durch ein etwa 15 cm langes Supremaxglasrohr leitet, in welchem zwischen zwei, durch eine zweite Bohrung der Gummistöpsel gesteckten 0,5 cm dicken Bogenlicht-Homogenkohlen ein Lichtbogen überspringt. Das austretende Gas brennt mit blauer Flamme. Man blendet dabei zweckmäßig den Lichtbogen ab. Stellt man den Versuch quantitativ im Kolbenprobergerät an, so füllt man das Zwischenrohr mit Stickstoff[1]. Nach der Gleichung $C + CO_2 = 2\ CO$ sollte Volumenverdoppelung der in dem einen Kolben abgemessenen CO_2-Menge beobachtet werden. Es ergibt sich indessen meist ein größeres Volumen als das doppelte, weil sich nach $C + H_2O = CO + H_2$ etwas Wassergas bildet. Es ist also nötig, sowohl das Gerät wie die zugeführten Gase äußerst sorgfältig zu trocknen. Will man hauptsächlich die Volumenvermehrung durch die Vergasung der Kohle zeigen, so kann man auf die Stickstoffüllung verzichten und nur das Zwischenrohr mit CO_2 füllen, dessen Volumen dann durch Ausmessung und nach dem Versuch durch Aufsaugen von Wasser mittels eines Kolbenprobers annähernd bestimmt werden kann.

Der Versuch leitet über zur Herstellung und Analyse von Generatorgas, welches man ebenfalls am bequemsten mit einem Lichtbogen zwischen Kohlespitzen in einer abgemessenen Luftmenge darstellt. Nach 5 bis 10 Min. ist bei dauerndem Hin- und Herleiten das Gleichgewicht zwischen CO_2 und CO hergestellt. Wegen der CO-Entstehung tritt auch hier, wie bei dem vorigen Versuch, Volumenausdehnung ein. Die entstandene bzw. noch vorhandene CO_2-Menge ermittelt man durch Einleiten in die KOH-Pipette und Rücksaugen. Durch Herausdrücken und Anzünden eines Teiles des Gasrestes bei einem der Seitenrohre kann man zeigen, daß CO entstanden ist. Der übrige Teil des Gasrestes wird in den Kolben des Gasanalysengeräts[2] übergeführt und, wie dort angegeben, mit O_2 verbrannt. Der Gasrest enthält fast stets Wasserstoff. Wegen der Wassergasbildung ist er, trotz des hohen Stickstoffgehaltes, auch in kaltem Zustande brennbar. Will man also wasserstofffreies Generatorgas haben, so muß man eine Zeitlang vor dem eigentlichen Versuch trockene Luft durch das Gerät bei brennendem Lichtbogen leiten. Berechnung der Verbrennungsanalyse: In V ccm Gas seien x ccm H_2 und y ccm CO.

$$H_2 + \frac{O_2}{2} = H_2O$$

$$x \qquad \frac{x}{2}$$

$$CO + \frac{O_2}{2} = CO_2$$

$$y \qquad \frac{y}{2}$$

Demnach ist die Totalkontraktion

$$K_t = \frac{3}{2}x + \frac{y}{2}.$$

Nach ihrer Messung wird durch Einleiten in die KOH-Pipette die durch Verbrennung entstandene CO_2-Menge ermittelt:

$$K_{CO_2} = y.$$

Hieraus ergibt sich:

$$x = \frac{2}{3}\left(K_t - \frac{K_{CO_2}}{2}\right) = \frac{2\,K_t - K_{CO_2}}{3}.$$

Der Stickstoff ergibt sich als Rest $(V - x - y)$.

[1] Vgl. diese Z. **52**, 199, Anm. 2 (1939). — [2] Vgl. diese Z. **50**, 193 (1937).

Die Zusammensetzung des dargestellten Generator- bzw. Mischgases ist je nach Dauer des Versuches und Trocknung des Gerätes und der Luft etwa:

CO_2 . . 2 bis 4%
CO . . 20 bis 30%
H_2 . . 1 bis 5%
Rest etwa 65 bis 77% Stickstoff.

Ergebnis einer Analyse bei sorgfältiger Trocknung:

Luftmenge . . . . . 40 + 49 ccm (49 ccm im Zwischenrohr)
Nach 10 Min. . . . . 65 + 49 ccm

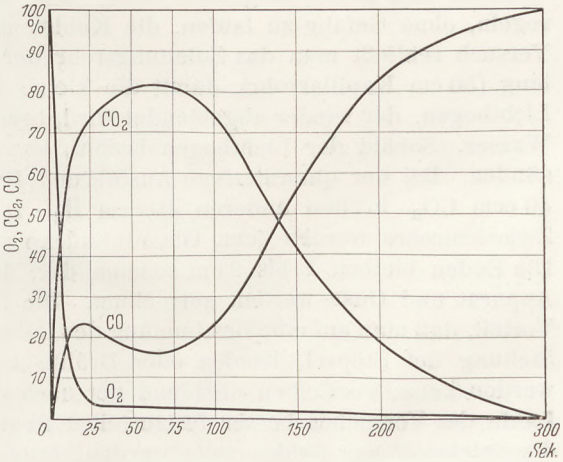
Zunahme . . . . . 25 ccm = CO-Menge.

Nach Absorption . . 59 + 49 ccm
Mithin CO_2 : 6 ccm
Verfügbare O_2-Menge in (89 ccm Luft) . . . . . 18,5 ccm
Hiervon zur CO_2-Bildung verbraucht . . . . . 6 ccm

Für CO verfügbar . . . . . 12,5 ccm.

Diese ergeben 25 ccm CO, wie gefunden.

Die richtige Leitung der Kohleverbrennung in Feuerungen ist bekanntlich ein volkswirtschaftlich außerordentlich wichtiges Problem. Sie war es immer und ist es im Zeichen des Vierjahresplanes und der sparsamen Wirtschaft heute noch mehr als je. Es muß unbedingt vermieden werden, daß durch CO-Entstehung ungenutzte Energie den Schornsteinen entweicht. Die vorstehend beschriebene Generatorgasanalyse kann die Schüler auf diese Verhältnisse aufmerksam machen, und so ist es ein geeignetes Experimentalthema für die neuen Arbeitsgemeinschaften, unter den gegebenen Bedingungen die Zusammensetzung des Verbrennungsgases nach verschiedenen Zeiten zu ermitteln und die Kurven für O_2, CO_2 und CO zu zeichnen. Vorausgehen mag der bekannte Versuch von FRIEDR. C. G. MÜLLER, nämlich Durchleiten von O_2 durch ein senkrecht gestelltes, mit ausgeglühter Holzkohle (zwischen Asbestpfropfen) gefülltes Quarzrohr (Leitung von oben nach unten), wobei die Kohle mit einer Bunsenflamme von außen an einer Stelle erhitzt und so entzündet wird. Bei schwachem O_2-Strom tritt unten CO_2 aus, bei stärkerem Strom und demgemäß höherer Temperatur CO. Der Versuch zeigt also, daß zur CO-Entstehung eine bestimmte Mindesttemperatur nötig ist (sie beginnt erst bei 400 Grad) und ferner, daß auch bei großem Sauerstoffüberschuß noch CO entstehen kann. Bei 1000 Grad liegt das Gleichgewicht zwischen CO und CO_2 schon fast ganz bei dem ersteren Gase. Bei unserem Generatorgasversuch liegen nun die Verhältnisse wegen der sehr hohen Lichtbogentemperatur und der sehr rasch abnehmenden Sauerstoffmenge noch mehr zugunsten der CO-Entstehung, so daß (falls kein Wasser zugegen ist) nach einigen Minuten das doppelte Volumen von reinem CO entsteht. Die obige Figur gibt ein Bild der Zusammensetzung des „Rauchgases". Zeichnet man sie spiegelbildlich zur Y-Achse, so geben die Kurven gleichzeitig eine Darstellung der Verhältnisse bei Zunahme des verfügbaren Sauerstoffs.



Kohlenstoffverbrennung in trockenem Sauerstoff. Zusammensetzung der Verbrennungsgase mit abnehmender Sauerstoffmenge.

Es ergibt sich, daß der CO_2-Gehalt der Verbrennungsgase bei rasch abnehmender Sauerstoffmenge bis zu einem Höchstwert ansteigt, daß aber gleichzeitig auch schon

CO entsteht. Da hierdurch Volumenvermehrung stattfindet, sinkt die CO_2-Kurve rasch ab und verläuft nach Erschöpfung des Sauerstoffvorrats symmetrisch zur ansteigenden CO-Kurve. Wenn auch bei diesen Versuchen andere Verhältnisse herrschen, als bei der Verbrennung im Ofen, so läßt sich doch aus den Kurven, namentlich unter Heranziehung der bekannten TWL-Schaubilder, die wichtige Erkenntnis folgern, daß die Bestimmung des CO_2-Gehalts der Rauchgase nicht zur Erzielung der vollkommensten Verbrennung genügt, sondern daß es überdies nötig ist, auch den CO-Gehalt zu ermitteln[1].

Eine weitere Aufgabe dieser Art, die für die Lufthygiene von Bedeutung ist, ist die Analyse der Luft, in der eine Kerzenflamme erloschen ist. Man läßt die Kerze auf einer Korkscheibe unter einer mit dem Kolbenprobergerät verbundenen tubulierten Glasglocke auf Wasser oder besser Kochsalzlösung schwimmen und saugt nach Erlöschen der Flamme 100 ccm ein. Die CO_2-Menge wird durch Einleiten in die KOH-Pipette und Rücksaugen gemessen, hiernach der Sauerstoffrest in einer Phosphorpipette. Die Ergebnisse liegen je nach Größe des Luftraumes und der Flamme bei 3 bis 4% CO_2 und 16 bis 14% O_2.

Wassergas: Zur Darstellung benutzt man wiederum das oben erwähnte Supremaxrohr mit den durchgesteckten Bogenlichtkohlen. Es ist bei diesen Versuchen zweckmäßig, die eine Kohle oder beide in einem durch die Gummistöpselbohrung gesteckten Glasrohrstück gleiten zu lassen, wobei die Dichtung durch Gummischlauchstück über Glasrohr und Kohle hergestellt wird. Man kann so besser den Abstand der Kohlen regeln, ohne Gefahr zu laufen, die Kohlen dabei abzubrechen. Für den qualitativen Versuch schließt man das Zuleitungsrohr der einen Seite und macht das andere recht lang (50 cm Kapillarrohr), damit die kleine Wassergasflamme nicht nahe dem hellen Lichtbogen, der wieder abgeblendet wird, brennt. In das Rohr kommen einige Tropfen Wasser. Sobald der Lichtbogen brennt, kann man das Wassergas am Rohrende anzünden. Bei der quantitativen Ausführung füllt man in den einen Kolben des Geräts 40 ccm CO_2, in den anderen 40 ccm H_2. Durch die 2. Bohrungen der Stöpsel des Zwischenrohrs werden jetzt Glasrohrstücke mit eingekitteten Drahtstücken gesteckt. Die Enden bleiben 1 bis 2 cm auseinander. Das Mittelrohr wird mit Stickstoff gefüllt. Apparat und Gase werden getrocknet. Die Stickstoffüllung des Mittelrohres hat den Vorteil, daß man auf eine Bestimmung des Rohrvolumens, welche wegen der wechselnden Stellung der Stöpsel, Kohlen oder Drähte kaum mit großer Genauigkeit ausgeführt werden kann, verzichten darf und demnach die Gasvolumina und ihre Änderung im Laufe des Versuches besser festzustellen in der Lage ist. In unserem Fall aber kann der Stickstoff zur Fehlerquelle werden, falls er nicht sorgfältig getrocknet wird wie auch das ganze Gerät. Es würde sich nämlich beim Durchschlag der Induktionsfunken (Induktor mit etwa 6 bis 10 cm Schlagweite) etwas NH_3 bilden. Wenn sich diese geringe Menge in Wasser löst, scheidet sie aus dem Gleichgewicht aus, so daß sich dann neues NH_3 bilden könnte. Will man also auf das etwas länger dauernde Trocknen verzichten, so ist es besser, den Raum des Zwischenrohres, wie oben beschrieben, durch Ausmessung und Aufsaugung zu bestimmen und das Rohr mit einem der beiden Gase zu füllen. — Rischbieth nimmt die Reduktion des Kohlendioxyds durch Wasserstoff mit glühendem Platin vor. Dies läßt sich auch im Kolbenprobergerät recht bequem durchführen, z. B. in der früher beschriebenen Glühdrahtkugel oder, wegen der Messung des Reaktionsraumes, besser durch Einsatz der Platinwendel in das zylindrische Zwischenrohr. Ich ziehe indessen die Verwendung von Induktionsfunken vor. Der Platindraht muß, damit die Reaktion einigermaßen schnell erfolgt, weiß glühen. Mit zunehmendem Wasserstoffverbrauch nimmt aber seine Temperatur aus verschiedenen Gründen (Rischbieth, Versuch 80) noch zu, so daß leicht ein Durchschmelzen eintritt. Man muß also einen guten Reglerwiderstand benutzen und sehr aufmerksam arbeiten. Demgegenüber ist die Verwendung hochgespannter Funken weit bequemer. Es handelt

[1] P. A. Runge: Chemie des Ofens. Abiturienten-Jahresarbeit an der Oberschule für Jungen Hamburg-Eppendorf 1935.

sich wohl um eine Dissoziation des Kohlendioxyds in CO und O infolge der zugeführten Energie und sofortige Verbrennung von H_2 mit dem frei gewordenen Sauerstoff. Die Ergebnisse der Versuche sind ausgezeichnet und genügen vollauf zur Bestätigung der Gleichung $H_2 + CO_2 = H_2O + CO$. Die Analyse des entstandenen Wassergases ist um so bequemer, als die Kontraktion ohne weiteres den Wasserstoffverbrauch angibt, während der Kohlendioxydrest, wie bekannt, durch Absorption leicht zu ermitteln ist. Der Rest ist dann CO. Es ist aber auch ein leichtes, einen Teil des Gases in den Verbrennungsapparat überzuführen und, wie oben angegeben, zu analysieren. Auch kann man den CO-Gehalt durch Absorption in einer Kupferchlorürpipette (s. u.) bestimmen. Unter den angegebenen Verhältnissen tritt Gleichgewicht ein, wenn etwa 90% der Gase umgesetzt sind, vorausgesetzt, daß zu Beginn gleich viel H_2 und CO_2 vorhanden war. Bei einem Überschuß von Wasserstoff wird mehr CO_2 reduziert. Die Gleichgewichtsverhältnisse sind also sehr bequem zu studieren.

Ergebnisse:

1. H_2 . . . . . 50 ccm } Gerät und Gase getrocknet, Zwischenrohr
   CO_2 . . . . . 50 ccm } mit trockenem Stickstoff gefüllt.

	100 ccm
Vol. nach 15 Min.	55 ccm
H_2-Verbrauch	45 ccm
Vol. nach Absorption (KOH) . .	49 ccm
CO_2-Rest	6 ccm
CO_2-Verbrauch . . . . . 50 — 6 =	44 ccm
H_2-Verbrauch	45 ccm

$$\underset{1\ \text{Vol.}}{CO_2} + \underset{1\ \text{Vol.}}{H_2} = \underset{1\ \text{Vol.}}{CO} + H_2O$$

2. H_2 . . . . . 50 ccm + Rohrinhalt } nicht getrocknet.
   CO_2 . . . . 50 ccm

Nach 10 Min. Gleichgewicht	48 ccm
Nach Absorption	45 ccm
CO_2-Rest	3 ccm
CO_2-Verbrauch	47 ccm.

Beim ersten Versuch wurden also etwa 90%, beim zweiten 94% der Gase umgesetzt.

Während es sich bei den bisher betrachteten Gasgemischen vorwiegend um solche aus CO_2, CO, H_2 und unter Umständen O_2 und N_2 handelte, ist die Zusammensetzung beim Leuchtgas wesentlich verwickelter, weil mehrere Kohlenwasserstoffe hinzukommen. Es wird aber jedenfalls erwünscht sein, auch ein nicht allzu umständliches Analysenverfahren für die Untersuchung dieses Gasgemisches zur Verfügung zu haben, da ja das Problem der Kohlenverwertung heute mehr denn je aktuell ist und jedenfalls in mehr oder weniger großem Umfang ein Thema des Unterrichts oder der Arbeitsgemeinschaften sein wird.

Beim gereinigten Leuchtgas muß der Gehalt an CO_2, CO, CH_4, O_2 und N_2 bestimmt werden. Ferner enthält das Gas noch eine Anzahl weiterer Kohlenwasserstoffe, meist ungesättigter, die gewöhnlich als „schwere" bezeichnet werden. Von den genannten Teilgasen können CO_2, O_2, CO und die schweren Kohlenwasserstoffe durch Absorption bestimmt werden, Wasserstoff und Methan sowie unter Umständen CO müssen dagegen mit Sauerstoff verbrannt werden. Aus der dabei auftretenden Volumenkontraktion, der durch Absorption zu ermittelnden Verbrennungskohlensäuremenge, nötigenfalls (bei drei verbrannten Gasen) noch aus dem O_2-Verbrauch, läßt sich dann der Gehalt der verbrannten Gasmenge an H_2, CH_4 und erforderlichenfalls CO berechnen. Für die Bestimmung des Stickstoffgehalts gibt es keine Möglichkeit. Man muß ihn also als Rest bestimmen, was mißlich ist, weil dann alle Versuchsfehler in der ermittelten Zahl stecken und ferner eine Analysenkontrolle fortfällt. Auch ist gerade

der N_2-Gehalt zur Kontrolle wichtig, weil nach gesetzlicher Bestimmung der Gehalt an nicht brennbaren Gasen 15% nicht übersteigen darf.

Für die erforderlichen Absorptionen braucht man 4 Gaspipetten, und zwar je eine mit Phosphor oder Pyrogallol-Kalilauge, KOH, konz. Bromwasser und Kupferchlorürlösung. Die Reihenfolge der Absorptionen ist: 1. CO_2 in KOH, 2. O_2 über Phosphor, 3. schwere Kohlenwasserstoffe in Bromwasser, 4. CO in Kupferchlorür. Der Gehalt an O_2 ist meistens sehr gering und könnte vernachlässigt werden. Demnach würde die Phosphorpipette fortfallen. Man braucht sie dann nur für den Fall der Sauerstoffrestbestimmung, welcher eintritt, wenn man das CO mit verbrennt.

Die Absorption der schweren Kohlenwasserstoffe im konzentrierten Bromwasser erfolgt vollständig in höchstens 3 Min. Helle Beleuchtung und Temperatur über 25 Grad sollen vermieden werden, weil sonst gesättigte Kohlenwasserstoffe allmählich ebenfalls absorbiert werden. Nach erfolgter Absorption wird das Gas nochmals zur Entfernung der Bromdämpfe in KOH geleitet.

Als beste Absorptionsflüssigkeit für CO wird eine Lösung von 17% Cu_2Cl_2 und 35% NH_4Cl empfohlen (in der Vorratsflasche eine Cu-Spirale). Die Lösung kann auch noch auf das Doppelte verdünnt werden. Sie enthält das Komplexsalz $CuCl \cdot 2\,NH_4Cl$. Durch Absorption des Kohlenoxyds, welche rasch vor sich geht, wird wahrscheinlich eine Verbindung $CuCl \cdot 4\,NH_4Cl \cdot CO$ gebildet.

Nach den Absorptionen bleibt H_2, CH_4 und N_2 übrig. Zur Verbrennung der beiden ersteren braucht man die Glühdrahtkugel[1], welche, wie früher beschrieben, mit Sauerstoff gefüllt wird. Das Kapillarrohr zwischen den beiden Kolbenprobern von je 100 ccm Inhalt muß also links von der Kugel ein Seitenrohr mit Hahn, rechts deren 5 bis 6 (4 für die Pipetten, 1 für das Manometer, 1 zum Einleiten) haben. Bei den Pipetten ist ein Dreiwegehahn nicht erforderlich, sondern nur ein einfacher im Seitenrohr. Das lange Kapillarrohr besteht zweckmäßig der besseren Reinigung halber aus 2 bis 3 Teilen[2]. Nimmt man zur Analyse 100 ccm Leuchtgas, so erfordert der nach den Absorptionen zurückbleibende Gasrest zur Verbrennung etwa 65 ccm Sauerstoff. Es ist also zweckmäßig, bei der Verbrennung[3] am Seitenrohr der Verbrennungskugel einen weiteren Kolben mit Sauerstoff anzuschließen, ebenso einen Kolben IV [Figur in dieser Z. **50**, 193 (1937)] zur Aufnahme der Ausdehnung. Will man dies nicht, so kann man die Hälfte oder $^2/_3$ des Gasrestes in der letzten Pipette aufbewahren und die Verbrennung zur Erhöhung der Genauigkeit mehrere Male ausführen; bei der geringeren Gasmenge genügt dann der Sauerstoffvorrat der Kugel.

Ergebnisse und Berechnung:

Leuchtgas:	100 ccm.		
Nach Absorption in: KOH . . .	96,8 ccm,	also CO_2-Gehalt	3,2%,
P	96,5 ccm,	also O_2-Gehalt	0,3%,
Bromwasser	94,6 ccm,	also schwere K.W. . .	1,9%.
Cu_2Cl_2 . . .	82,9 ccm,	also CO-Gehalt	11,7%.

Vom Gasrest (82,9 ccm) verbrannt: $^1/_3$ =	27,6 ccm
Sauerstoff	50 „
	77,6 ccm
Vol. nach Verbrennung	39,2 „
Kontraktion	38,4 ccm
Vol. nach Absorption in KOH . . .	32,7 „
CO_2-Menge 39,2—32,7 = ...	6,5 ccm

$$H_2 + \frac{O_2}{2} = H_2O$$
$$x \qquad \frac{x}{2} \qquad —$$
$$CH_4 + 2\,O_2 = CO_2 + 2\,H_2O$$
$$y \qquad 2\,y \qquad g$$

Totalkontraktion (einschl. des verbrannten Gasvolumens):

$$\frac{3}{2}\,x + 2\,y = 38{,}4$$

$y = CO_2$-Menge = Methanmenge = 6,5 ccm, mithin

$$\frac{3}{2}\,x = 25{,}4, \quad x = 16{,}9 \text{ ccm } H_2.$$

[1] Diese Z. **50**, 193 (1937). — [2] Das Gerät ist in dieser Zusammenstellung käuflich. Preisliste A. DARGATZ, Hamburg, Nr. 118/11. — [3] Wie in dieser Z. **50**, 193 (1937) beschrieben.

Der Prozentgehalt an H_2 und CH_4 ist, da $^1/_3$ des Gasrestes verbrannt wurde, das Dreifache.

Das untersuchte Leuchtgas besteht also aus:

H_2	50,8%	
CH_4	19,5%	
CO	11,7%	
schwere K.W.	1,9%	
CO_2	3,2%	
O_2	0,3%	
	87,4%	
Rest	12,6%	ist Stickstoff.
	100%.	

Die Analyse dauert bei gebrauchsfertigem Gerät nach einiger Einarbeitung höchstens 30 Min.

Verzichtet man auf die Absorption des Kohlenoxyds und verbrennt dieses Gas mit, so hat man wegen des unbekannten Stickstoffgehalts bei 3 Unbekannten auch 3 Bestimmungsgleichungen nötig. Die dritte ergibt sich durch den Ansatz des Sauerstoffverbrauchs aus den Verbrennungsgleichungen. Es ist also die Messung des nach der Verbrennung verbleibenden Sauerstoffrestes erforderlich, welche nicht so bequem wie das übrige ausgeführt werden kann. Für den Unterricht empfiehlt sich das Absorptionsverfahren[1].

[1] Näheres über die CO-Bestimmung durch Verbrennung: M. SCHMIDT: Gasvolumetrische Verbrennungsanalysen. Naturwiss. Mh. **1932**, H. 4.

Berichte.

I. Apparate und Versuche.

Messungen an Photographien von Jupiter. Von S. JANSS in Hamburg.

Aufnahmen von Jupiter sind mit der früher beschriebenen Kamera [diese Z. **46**, 145 (1933), Fig. 1] möglich, mit Gelbfilter, befestigt nach **49**, 207 (1936), Fig. 1. Als Gelbfilter ist auch ein Probeblättchen $40 \cdot 40 \cdot 2$ mm³ aus dem Schottglas GG 11 zum Preise von 2,50 RM, zuzüglich etwa 0,50 RM für Porto und Packung, gut brauchbar; die als roh poliert bezeichneten Flächen haben unbedingt ausreichende tadellose Beschaffenheit. Die Belichtung regelt man durch einen vor das Objektiv gehaltenen Pappeschirm, den man während der Strichspuraufnahmen entsprechend lange, bei in Reihen angeordneten Momentaufnahmen entsprechend kurze Zeiten, mit Zwischenräumen von etwa 10 Sek., fortnimmt. Unter Verschiebung der Kassette in der kleinen Kamera oder am Sucher kontrollierter geringer Änderung der Neigung des Fernrohrs kann man mehrere Striche oder Reihen auf eine Platte bringen, bei geeigneten Stellungen nacheinander auch mehrere Planeten in verschiedenen Reihen anordnen. Vermessen werden die Aufnahmen durch ein auf die Schicht gelegtes Okularmikrometer für Mikroskope.

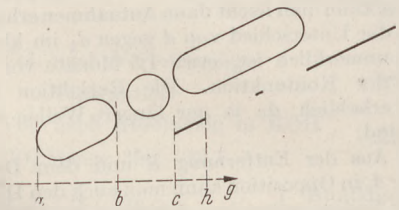
1. Auf unempfindlicheren Platten (etwa Perutz Silbereosin) erzeugt man bei feststehendem Rohre Strichspuren in Opposition und nahe der Konjunktion. Die Messung ergibt die Spurbreiten d_0 und d_k. Der Unterschied ist dadurch bedingt, daß in Opposition der Abstand des Planeten von der Erde $(R-1)$ ist (R = Abstand des Planeten von der Sonne in Einheiten des Erdbahnradius), in Konjunktion $(R+1)$; also gilt $(R+1):(R-1) = d_0 : d_k$ und daraus $R = \frac{d_0+d_k}{d_0-d_k}$. Die Genauigkeit hängt vor allem von $d_0 - d_k$ ab, etwa 15″, auf der Platte $\frac{15}{206265} \cdot f_1$ (f_1 = Fernrohrbrennweite), bei meinem Rohr ungefähr 0,05 mm. Das ergibt natürlich nur einen sehr rohen Wert für R; aber mir scheint das Verfahren als einfachstes Hilfsmittel für astronomische Raumauffassung für Schulen doch wertvoll zu sein. Es ist nicht möglich, d_k streng zur Zeit der Kojunktion zu erhalten; aber selbst bei ungünstigen Deklinationen von Jupiter kann man leicht dann Aufnahmen erhalten, wenn der Unterschied von d gegen d_k im kleinen Rohr unmerklich ist, etwa 1,5 Monate vor und nach der Konjunktion. Die Extinktion stört nicht erheblich, da ja nur längere Wellen wirksam sind.

2. Aus der Entfernung R und dem Durchmesser d_0 in Opposition kann man auch den Durchmesser finden, unter dem Jupiter uns in der Einheit des Abstandes (Erdbahnhalbmesser) erscheinen würde; es ist $d_e = d_0 \cdot (R-1)$. Da man nach **52**, 2 (1939) ebenfalls den Durchmesser der Sonne in diesem Abstande finden kann, mit $d_\odot$ bezeichnet, so folgt für das Verhältnis der beiden Durchmesser $\frac{d_e}{d_\odot} = \frac{d_0 \cdot (R-1)}{d_\odot}$.

3. Selbst die Exzentrizität der Jupiterbahn, $e = 0{,}05$, dürfte angedeutet werden. Der Unterschied des Abstandes des Planeten von der Erde in Perihel- und Apheloppositionen ist $2 \cdot e \cdot R = 0{,}5$ oder etwa $^1/_8$ des Abstandes in Perihelopposition (4,2); das bedingt auch $^1/_8$ Größenunterschied oder etwa 5 bis 6″, bei meinem Rohr ungefähr 0,02 mm; das ist am Mittel aus mehreren Messungen unbedingt merklich, wenn der so gefundene Zahlenwert auch nur sehr roh ist.

4. Auf empfindlichen Platten (z. B. Agfa Isochrom und ISS, letztere mit ungemein großer Empfindlichkeit bis etwa 6600 ÅE, namentlich in dem vom Gelbfilter durchgelassenen Gebiet) wird die Spur durch Vorgänge in der Platte erheblich verbreitert. Die ISS-Platte ist dagegen bei feststehendem Rohr vorzüglich für Momentaufnahmen von etwa 0,1 bis 0,2 Sek. Dauer geeignet, in Abständen von etwa 10 Sek. Auch hier kann man die Durchmesser, ja sogar die Abplattung, messen und daraus wie oben weitere Größen ableiten. Während der letzten Erscheinung 1939/40 erhielt ich $d_0 = 0{,}18$ mm, $d_k = 0{,}12$ mm (beide Werte reichlich 0,01 mm zu groß), daraus $R = 5$, $d_e = (R - 1) \cdot 0{,}18 = 4 \cdot 0{,}18 = 0{,}72$ mm oder $\frac{d_e}{f_1} \cdot 206\,265'' = 225''$; als mittlerer Wert wird angegeben 196″; der Unterschied ist nur etwa 15%, also schon durch die Unsicherheit von d_0 und d_k bedingt. Wohl durch Zufall erscheint das Ergebnis hier noch günstiger. Denn infolge der Perihelopposition erscheint Jupiter um 0,01 mm zu groß; das bedingt $4 \cdot 0{,}01 = 0{,}04$ mm für d_e oder rund 12″, und man erhält dann statt 225″ nur 213″. Als Verhältnis $\frac{d_e}{d_\odot}$ folgt $\frac{0{,}72}{6{,}1} = 0{,}11$, in Wirklichkeit etwa 0,1; der Rauminhalt des Planeten ist also $0{,}11^3 = 0{,}0013$ des Rauminhalts der Sonne (rund 0,001). Die Abplattung erhielt ich zu 0,02 mm oder relativ $0{,}02 : 0{,}18 = {}^1/_9$, statt $^1/_{14}$, zum Teil bedingt durch den Einfluß der täglichen Bewegung während der Belichtungszeit. Bei diesen Aufnahmen stört die Extinktion sehr wenig, da ja vorwiegend im langwelligen Licht photographiert wird.

5. Strichspuren auf ISS ergeben häufig sogar Strichspuren der Monde, namentlich von III. Wertvoll sind dann besonders die aus mehreren Aufnahmen an einander folgenden Tagen ermittelten



Messungen an Strichspuren von Jupitermonden.

größten Abstände des Mondes (m); aus den verschiedenen Werten in Opposition und Konjunktion folgt dann R ganz ähnlich wie oben aus der Breite der Strichspur oder aus dem Durchmesser; da aber m größer als $7 \cdot d$ ist, wird die Genauigkeit entsprechend günstiger, und man muß bestrebt sein, m_k möglichst nahe der Konjunktion zu erhalten. Bei guter Luft ist die Spur von III schon in 2 Sek. zu erhalten. Das ergibt gegenwärtig, d. h. Mondbahnebene um 23° gegen die δ-Kreise geneigt, ein Bild, wie es die Figur zeigt. An dem auf die Schicht gelegten Okularmikrometer (g seine Richtung) schätzt man die vier durch Striche bezeichneten Punkte und erhält als Mondabstand $m = \frac{(c + h) - (a + b)}{2}$. Die durch Vorgänge in der Platte bedingte Vergrößerung der Planetenspur stört nicht, wenn man häufiger mißt. Zu Zeiten größerer Deklination des Planeten darf man die Spuren dann aber nicht lang machen, da sonst die Monsdpur in die Planetenspur hineinreicht. Unter besonders günstigen Luftzuständen erhielt ich auch Spuren von anderen Monden, auch von IV. Da die Aufnahmen aber nur bei günstigsten Luftverhältnissen gelingen, ferner die Empfindlichkeit der ISS-Platten von Platte zu Platte, scheinbar auch auf derselben Platte, erheblich schwankt, sind die Aufnahmen durchaus unsicher, namentlich nahe den Konjunktionen, wo die scheinbare Helligkeit der Monde nur etwa die Hälfte derjenigen in Opposition ist; Verhältnis $(R - 1)^2 : (R + 1)^2$. Darum soll hier nicht dargestellt werden, wie man vielleicht unter besseren Luftverhältnissen als in Hamburg Messungen an III und IV weiter verwenden kann für Ableitung des dritten Keplerschen Gesetzes, des Massenverhältnisses von Jupiter und Sonne und des Dichteverhältnisses beider Zentralkörper.

An Momentaufnahmen von Saturn kann man ähnliche Messungen zur Bestimmung der Entfernung, Größe in Sonnenabstand und Exzentrizität durchführen. Mars ist wegen seines kleinen Durchmessers in Konjunktion wenig geeignet. Die relativ stark schwankende Größe in Opposition deutet aber eine starke Exzentrizität an. Brauchbare Aufnahmen von Venus erhält man nur auf weniger empfindlichen Platten.

Leistungen anderer Rohre für Strichspuren der Planetenscheiben sind nur durch das Quadrat des Öffnungsverhältnisses (u^2) bedingt. Denn die einfallende Lichtmenge ist stets proportional D^2 (D = Durchmesser des Objektivs). Die Breite der Spur ist, abgesehen von Vorgängen in der Platte, proportional f_1, die Länge in der gleichen Zeit ebenfalls, die von der Strichspur bedeckte Fläche also proportional f_1^2, die Schwärzung daher genähert proportional $1 : f_1^2$, d. h. insgesamt $D^2 : f_1^2 = u^2$. Das gleiche gilt von Momentaufnahmen der Planeten. Für die Strichspuren der Monde kann man wohl annehmen, daß sie bei allen Rohren nur eine Breite entsprechend den Vorgängen in der Platte und deren Auflösungsvermögen haben, unabhängig von f_1 (jedenfalls bei nicht zu langen Rohren). Dann ist die Lichtmenge ebenfalls proportional mit D^2, die Länge des Striches in gleicher Zeit mit f_1, die Schwärzung also roh mit $D^2 : f_1 = D^2 \cdot f_1 : f_1^2 = u^2 \cdot f_1$. Bei gleichem Öffnungsverhältnis sind lange Brennweiten demnach leistungsfähiger.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Selbstdiffusion. Von Dozent Dr. W. GROTH in Hamburg.

Das Problem der Selbstdiffusion der chemischen Elemente hat in den letzten Jahren nicht nur aus theoretischen Gründen, sondern auch im Zusammenhange mit einer Reihe technischer Fragen immer mehr an Bedeutung gewonnen. Eingeführt wurde der Begriff der Selbstdiffusion schon 1872 durch MAXWELL; es heißt in seiner Theorie der Wärme: „Nur wenn zwei Gase chemisch verschieden sind, können wir den Prozeß der Diffusion verfolgen; aber nach der Molekulartheorie verläuft die Diffusion immer, auch in einem Gas mit nur einer Komponente; wir können das Fortschreiten der Moleküle nur deshalb nicht verfolgen, weil wir nicht das eine vom anderen unterscheiden können. Aus der kinetischen Theorie der Gase folgt, daß, wenn D der Selbstdiffusionskoeffizient des Gases ist, und η die Zähigkeit, daß dann $\eta = 0{,}6479 \cdot D$ ist.“ Der Begriff der Selbstdiffusion tritt uns hier in der kinetischen Gastheorie zum erstenmal entgegen; aber erst 50 Jahre später wurde diese bisher rein fiktive Größe mit Hilfe von radioaktiven Isotopen, die die Unterscheidung chemisch gleicher Atome ermöglichten, in flüssigen und festen Körpern experimentell bestimmt.

Bei chemischen Reaktionen in der Gasphase, die technisch praktisch immer bei Atmosphärendruck oder höher stattfinden, spielt die Diffusion kaum eine Rolle, weil der Transport im wesentlichen durch die turbulente Strömung erfolgt. Nur in speziellen Laboratoriumsversuchen bei niederen Drucken und langsamen Strömungsgeschwindigkeiten ist der gleichzeitige Einfluß von Strömung und Diffusion zu berücksichtigen.

Wesentlich wichtiger sind die Selbstdiffusionskoeffizienten in der Gasphase aus rein theoretischen Gründen. Aus der STEFAN-MAXWELLschen Theorie ergibt sich für den Selbstdiffusionskoeffizienten aus gaskinetischen Daten die Formel $D = \frac{2}{3} \frac{\bar{c}}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot \nu' \cdot \sigma^2}$, wo $\bar{c} = \sqrt{\frac{8\,RT}{\pi \cdot M}}$, σ der Moleküldurchmesser, $\nu' = \nu_1 + \nu_2$ die Summe der Konzentrationen ist. Andererseits hatte MAXWELL gezeigt, daß $D = f \cdot \frac{\eta}{\varrho}$, wo η der Viskositätskoeffizient, ϱ die Gasdichte, f ein Zahlenfaktor ist, der von den zwischen den Molekülen herrschenden Kräften abhängig ist. STEFAN-MAXWELL z. B. nahmen elastische Kugeln an, die sich nicht abstoßen; dann ergibt sich der Wert $f = 1{,}34$. Berücksichtigt man aber auch die abstoßenden Kräfte zwischen den Molekülen, also ein Kraftgesetz von der Form $\mathfrak{K} = K \cdot r^{-n}$, so ergeben sich nach Rechnungen von CHAPMAN (1) je nach der Potenz der abstoßenden Kräfte für f Werte zwischen 1,55 und 1,25. Aus der Kenntnis des Selbstdiffusionskoeffizienten kann man also umgekehrt rückschließen auf das Kraftgesetz zwischen den Molekülen, das für viele Zwecke große Wichtigkeit hat. Dabei sind die sicherlich auch vorhandenen anziehenden Kräfte noch nicht berücksichtigt, da die rechnerischen Schwierigkeiten bisher nicht überwunden wurden.

Zum ersten Male gab die Entdeckung der beiden H_2-Modifikationen, des Para- und Ortho-Wasserstoffs, die sich in ihren kinetischen Eigenschaften völlig gleichen, die Möglichkeit, die Selbstdiffusion des Wasserstoffs zu bestimmen. HARTECK und SCHMIDT (2) haben eine solche Bestimmung ausgeführt, und zwar nach zwei verschiedenen Methoden. Erstens wurden bei einem dynamischen Verfahren zwei genau gleich lange Präzisionsrohre aus Metall durch einen Hahn gleicher Bohrung verbunden und die beiden Gasarten bei geschlossenem Hahn eingefüllt. Nach Öffnen des Hahnes konnten die beiden Gase ineinander diffundieren: ihre Zusammensetzung wird nach einer gemessenen Zeit mit Hilfe des von BONHOEFFER und HARTECK angegebenen Wärmeleitfähigkeitsverfahrens bestimmt und daraus der Selbstdiffusionskoeffizient berechnet. Diese Methode ist sehr genau; ihr einziger Nachteil besteht darin, daß sie nur in einem verhältnismäßig geringen Temperaturintervall anwendbar ist.

Die zweite, statische Methode beruht auf der HERTZschen Rückdiffusion (3). Wenn nämlich einem Gasstrom, der durch ein gleichmäßig weites Rohr strömt, seitlich ein anderes Gas zugesetzt wird, so diffundiert dieses gegen den Strom; die Ortsabhängigkeit der Konzentration ist dann gegeben durch $C_x = C_0 \cdot e^{\frac{-v(x-x_0)}{D}}$. Dieses Verfahren ist nicht so genau wie das erste, aber es ermöglicht Messungen über ein sehr großes Temperaturintervall; der Selbstdiffusionskoeffizient wurde vom Siedepunkt des flüssigen Wasserstoffs (20,4° abs.) bis Zimmertemperatur bestimmt. Der ganze Apparat aus Glas konnte zu diesem Zweck in einem großen Dewargefäß untergebracht werden. Aus den dynamischen Versuchen ergab sich für 760 mm Hg und 0° C der Wert $D = 1{,}28_5 \pm 0{,}02_5$ und daraus der f-Faktor 1,37, der einer Abstoßung mit r^{-15}, d. h. praktisch elastischen Kugeln entspricht, was bei Wasserstoff weitgehend der Fall sein dürfte. Auch aus der statischen Methode ergab sich für $T = 273°$ der Wert 1,28; bei 20,4° ist er auf $0{,}00816 \pm 0{,}00011$ abgesunken.

Entsprechende dynamische Messungen sind neuerdings an dem schweren Edelgase Xenon durchgeführt worden (4), nachdem es gelungen war, mit Hilfe eines Trennrohres nach CLUSIUS und DICKEL (5) genügend große Mengen dieses Gases mit angereicherten schweren und leichten Isotopen herzustellen (6). Das Xenon hat bei dem mittleren Atomgewicht 131,3 insgesamt 9 Isotope, so daß es sich um eine Anreicherung (nicht um eine Reindarstellung der einzelnen Isotope) handelt, die für derartige Messungen aber weitaus genügt.

Für den f-Faktor ergab sich ein Wert, der noch unter dem von CHAPMANN für vollkommen starre Kugeln berechneten liegt, nämlich $1{,}08 \pm 0{,}05$. Da nun sicherlich das Xenonatom viel weicher ist als der Wasserstoff, muß daraus geschlossen

werden, daß zwischen den Xenonmolekülen beträchtliche anziehende Kräfte wirken, die somit der theoretischen Berechnung zugänglich gemacht wurden.

Auch mit angereichertem schweren und leichten Krypton wurden Messungen ausgeführt und ergaben $f = 1{,}26$, also einen kleineren Wert als beim Wasserstoff, was auch hier nur durch beträchtliche anziehende Kräfte zu erklären ist.

Über die Selbstdiffusion in Flüssigkeiten existiert bisher nur eine Arbeit — die allerdings die erste ist, die sich überhaupt experimentell mit der Selbstdiffusion befaßt: im Jahre 1920 haben Gróh und v. Hevesy (7) die Selbstdiffusion von Blei in geschmolzenem Blei untersucht, und zwar mit Hilfe eines radioaktiven Indikators, Th B. Da nach der Theorie von Einstein-Smoluchowski die Diffusion in Flüssigkeiten von der Masse der Teilchen weitgehend unabhängig ist und bei konstanter Temperatur praktisch allein von ihrem

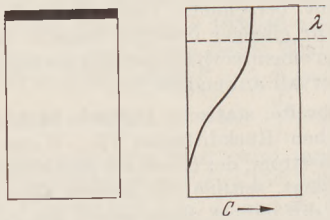


Fig. 1. Konzentrationsverteilung radioaktiver Substanzen in festen Körpern vor und nach der Diffusion.

Halbmesser abhängt, der bei diesen Isotopen bis auf weniger als $^1/_{100}$% gleich ist, so ist dieses Verfahren sicher einwandfrei und gibt gleichzeitig eine Bestimmungsmöglichkeit für den Atomradius. Experimentell wurde der Versuch so ausgeführt, daß in einem Quarzröhrchen im Vakuum, um Lufteinschlüsse zu vermeiden, über eine 1,5 cm lange, mit aktivem Blei indizierte Schicht eine 4,5 cm lange inaktive Bleischicht geschichtet und nun in einem vertikalen Ofen von 340° das Blei geschmelzt und die Diffusion eingeleitet wurde. Nach Beendigung der Diffusion und Erstarren wurde die Bleisäule in 4 Teile geschnitten und die α-Aktivitäten der einzelnen Schichten gemessen. Daraus ergab sich der Selbstdiffusionskoeffizient 2,22 cm²/Tag. Es ist interessant, diesen Wert mit der Diffusionsgeschwindigkeit des Bleiions in Wasser zu vergleichen. Hierfür berechnet sich aus der Ionenbeweglichkeit, die in nahem Zusammenhange mit der Selbstdiffusion steht, 0,68 cm²/Tag bei 18° C; wenn man den für Bleiatome gefundenen Wert auf die gleiche Temperatur und die Zähigkeit des Wassers umrechnet, so ergibt sich 2,1 cm²/Tag, also ein Wert, der mehr als 3mal so groß ist. Daraus folgt, daß der Halbmesser des Bleiions mindestens 3mal so groß ist wie der der Atome des geschmolzenen Bleis; das bedeutet aber, daß die Ionen, wie es ja bekannt ist, stark hydratisiert sind.

Immerhin ergab sich für den Selbstdiffusionskoeffizienten in geschmolzenem Blei ein Wert, wie er aus den Ergebnissen der Diffusionsmessungen von Blei in Quecksilber oder andere ähnliche Elemente erwartet werden konnte. Ganz anders liegen die Verhältnisse dagegen in festen Körpern, also in Metallkristallen (8). Gerade hier ermöglicht die Kenntnis der Diffusionsvorgänge einen Einblick in den Aufbau und die energetischen Verhältnisse zwischen den Atomen; von größtem technischen Interesse sind Vorgänge wie die Zementation oder die Nitrierung von Eisen, d. h. der Einbau von C- oder N-Atomen, die wie jede Reaktion in festen Körpern wesentlich ein Problem der Diffusion sind. Die Grenzflächenreaktion selbst, also die Reaktion der diffundierten Atome mit denen des Festkörpers, verläuft dagegen in praktisch allen Fällen so schnell, daß sie nicht geschwindigkeitsbestimmend ist. Um nun die Gesetzmäßigkeiten der Diffusion selbst aufzufinden, ohne daß überlagerte chemische Reaktionen den Vorgang stören, ist die Selbstdiffusion der gegebene Weg — abgesehen davon, daß bei einer Fremddiffusion der resultierende Diffusionskoeffizient schon von der Beweglichkeit zweier Teilchenarten abhängig und damit eine theoretisch kompliziertere Größe ist.

Bei der Diffusion in fester Phase handelt es sich nicht immer nur um das Eindringen eines gelösten Stoffes in ein Lösungsmittel, sondern häufig um Austauschvorgänge, bei denen der eine Stoff in den anderen eindringt, während gleichzeitig der umgekehrte Vorgang eintritt. D. h.: Die Gitterpunkte des einen Metallkristalls werden durch Atome des diffundierenden Stoffes besetzt und umgekehrt. Bei einem einfachen Eindringen dagegen müssen die Fremdatome unregelmäßig zwischen die besetzten Gitterplätze des Kristalls eingelagert werden. Für die Selbstdiffusion kommt natürlich nur ein Austauschvorgang in Betracht, und hier ist nur die Beweglichkeit der einen Teilchenart maßgebend.

Die ersten Messungen der Selbstdiffusion von Atomen in festen Körpern wurden ebenfalls von v. Hevesy und seinen Mitarbeitern gemacht, und zwar wiederum in Blei mit Hilfe eines radioaktiven Isotops (9). Das Verfahren der radioaktiven Indikatoren bietet bei diesen Messungen viele Vorteile. Wenn man nämlich, wie bei anderen Diffusionsmessungen auch, so arbeitet, daß man die Konzentrationsverteilung in verschiedenen Schichten der untersuchten Substanz bestimmt, so ist natürlich die Bestimmung der Aktivitäten viel einfacher als die direkte analytische Bestimmung der häufig äußerst kleinen Mengen. Außerdem kann man aber auch die geringen Reichweiten der Strahlen radioaktiver Substanzen in festen Körpern zu einer sehr eleganten und überaus einfachen Meßmethode verwenden (9a). Auf einen Probekörper sei eine gleichmäßige Schicht der radioaktiven Isotope, etwa durch Verdampfen, aufgebracht (s. Fig. 1). Dann wird die Oberfläche eine bestimmte Aktivität zeigen. Wenn die Diffusion eine gegebene Zeit vor sich gegangen ist, wird sich das radioaktive Isotop mit einer gewissen Konzentrationsverteilung über den Probekörper verteilt haben. Wenn λ die Reichweite der ausgesendeten α-Strahlung ist, so werden alle Teilchen, die weiter als λ

von der Oberfläche entfernt sind, nicht mehr mitgezählt werden, d. h. die Aktivität der Oberfläche hat um einen gewissen Betrag abgenommen. Aus dieser Abnahme läßt sich der Selbstdiffusionskoeffizient leicht berechnen; die erreichbare Empfindlichkeit läßt sich abschätzen: die Reichweite der α-Strahlen von Th C in Blei ist etwa $^1/_{30}$ mm; aus der bekannten Diffusionsgleichung $x = \sqrt{2\,Dt}$ folgt deshalb für $t = 10^5$ sec (rund 1 Tag) $D = \frac{x^2}{2t} = \frac{(3 \cdot 10^{-3})^2}{2 \cdot 10^5} \sim 4 \cdot 10^{-11}\,\mathrm{cm^2\,sec^{-1}}$. Man kann also bei längeren Versuchsdauern bis zur Größenordnung $10^{-13}\mathrm{cm^2sec^{-1}}$ gelangen. v. Hevesy und Seith (10) sind noch wesentlich weiter gekommen, indem sie nicht die α-Strahlenaktivität, sondern die Rückstoßstrahlung des gebildeten Th C″ benutzten. (Bei Aussendung eines α-Teilchens erhält der Atomrest einen Rückstoßimpuls und kann die umgebende Luft ionisieren oder auch mit Hilfe einer angelegten Spannung auf einer Unterlage gesammelt werden.) Die Reichweite der Rückstoßstrahlen in Blei ist nur $3 \cdot 10^{-6}$ cm, die wiederum bei einem Tag Versuchsdauer erreichbare Empfindlichkeit also $D = \frac{(3 \cdot 10^{-6})^2}{2 \cdot 10^5} \sim 5 \cdot 10^{-17}\mathrm{cm^2sec^{-1}}$. 10^{-18} bis $10^{-19}\mathrm{cm^2sec^{-1}}$ ist wohl die Grenze des experimentell Erreichbaren.

Die Ergebnisse der ersten Messungen an Blei brachten eine große Überraschung. Es waren nämlich die Diffusionskonstanten von Gold in Blei aus den Arbeiten von Roberts-Austen (11) bekannt, und sie ließen wegen ihrer Größe eine ziemlich schnelle Selbstdiffusion erwarten. Tatsächlich fanden v. Hevesy und Gróh bei ihren ersten Versuchen trotz einer Versuchsdauer von 140 Tagen bei 280° C überhaupt keine Diffusion, d. h. die Selbstdiffusion von Blei mußte mindestens 100mal so klein sein wie die von Gold in Blei. Weitere Messungen unter Benutzung der Reichweitenmethoden ergaben dann den Wert $10^{-9}\,\mathrm{cm^2 \cdot Tag^{-1}}$ bei 165° C, während der Diffusionskoeffizient von Gold in Blei bei der gleichen Temperatur $5 \cdot 10^{-3}\mathrm{cm^2Tag^{-1}}$ beträgt. Die Temperaturabhängigkeit der Selbstdiffusion in Bleifolien und in Einkristallen ließ sich durch die Formel $D = 5{,}76 \cdot 10^5 \cdot e^{-\frac{28\,050}{R\,T}}$ angeben; daraus folgt, daß in einem Stück Blei bei Zimmertemperatur die Atome im Mittel nur einmal je Tag ihre Plätze tauschen. Zur Erklärung des großen Unterschiedes zwischen Gold- und Selbstdiffusion in Blei läßt sich folgendes anführen: Jedes Fremdatom im Gitter stört die Stabilität und den Ordnungsgrad des Gitters eines Metallkristalls, und zwar wird die Störung durch zwei Ursachen bedingt: die Verschiedenheit der Atomradien und die Zahl der Valenzelektronen. Es ist also klar, daß, je verschiedener das eindringende Atom von denen des Gitters ist, es um so weniger fest im Gitter gebunden ist und um so leichter seinen Platz wechseln kann. Andererseits muß die Löslichkeit eines Metalls in ein anderes um so besser sein, je ähnlicher sich die beiden Atome sind. Man muß deshalb erwarten, daß eine nahe Beziehung zwischen Löslichkeit und Diffusionskonstante besteht. Die Löslichkeit von Metallen in Blei ist bekannt. Die folgende Tabelle gibt sie in Atomprozenten an:

Ag	Cd	In	Sn	Sb
0,17	11	40	30	3
Au	Hg	Tl	Pb	Bi
0,09	33	60	100	35

Das Diagramm (Fig. 2) zeigt die Diffusionskoeffizienten dieser Metalle in Blei, und eine Vergleichung ergibt, daß im allgemeinen die Diffusionskoeffizienten um so größer sind, je kleiner die Löslichkeit ist.

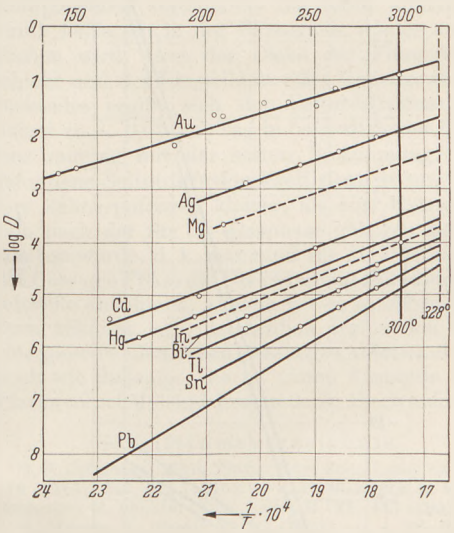


Fig. 2. Diffusionskoeffizienten verschiedener Metalle im Blei.

Läßt man einen Stoff wie Wismut, Thallium oder Zinn in Blei hineindiffundieren, so bilden sich Substitutionsmischkristalle, indem einige Punkte des Bleigitters etwa durch Wismutatome eingenommen werden. An diesen Stellen ist das Gitter deformiert, und es findet deshalb ein leichterer Platzwechsel statt als zwischen zwei Bleiatomen. Jedesmal aber, wenn ein Wismutatom seinen Platz wechselt, bewegt sich ein Bleiatom in entgegengesetzter Richtung — die Gesamtzahl der Bleiplatzwechsel wird deshalb je Volumen- und Zeiteinheit durch einen kleinen Wismutzusatz etwas erhöht, und daher muß in diesem Fall auch die Selbstdiffusion etwas größer sein als in reinem Blei. Die Arbeiten von Seith und seinen Mitarbeitern (12) bestätigten diese Tatsache experimentell. In stärkerem Maße sollte dieser Effekt auch bei Gold- und Silberzusatz auftreten — allerdings sind hier, besonders im Falle des Goldes wegen der geringen Löslichkeit, nur sehr kleine Zusätze (bis 0,09 Atomprozente) möglich. Es ergab sich aber, daß in Mischkristallen, die mehrere Stunden bei der Versuchstemperatur getempert waren, die Selbstdiffusion dieselbe war wie in reinem Blei, d. h. daß in Blei ein Goldatom viele Male seinen Platz wechseln kann, ohne daß sich ein Bleiatom bewegt. Also müssen sich die Goldatome in einem Zwischen

gitter bewegen, und die Sättigungskonzentration bestimmt die Zahl der Goldatome, die in das Zwischengitter eingebaut werden können. Für Silber gelten entsprechende Beziehungen.

Eine Abhängigkeit der Selbstdiffusion von der kristallographischen Richtung hat Seith (13) beim Wismut festgestellt, das mit Th C als Indikator untersucht wurde. An großen Einkristallen wurde die Selbstdiffusion in der Hauptspaltebene und in der dazu senkrechten c-Achse gemessen. In Richtung der c-Achse ist die Selbstdiffusion, wie Fig. 3

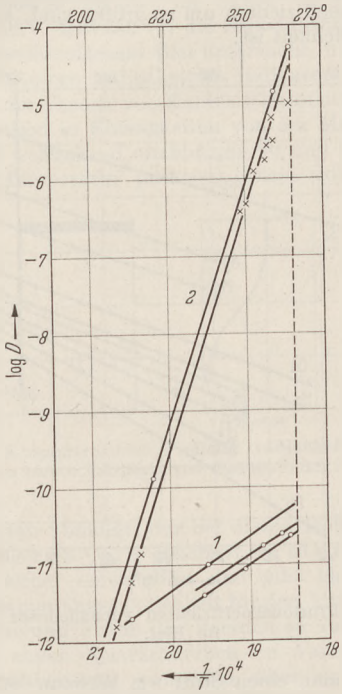


Fig. 3. Selbstdiffusion in Wismut nach Seith (D in $cm^2 \cdot Tag^{-1}$) 1 ∥ c-Achse; 2 ⊥ c-Achse.

zeigt, sehr klein, beim Schmelzpunkt um 6 Zehnerpotenzen kleiner als in der Hauptspaltebene. Eine ähnliche Richtungsabhängigkeit wurde bei der elektrischen Leitfähigkeit in festen Bleihalogeniden, etwa dem $Pb\,J_2$, festgestellt. Die elektrische Leitfähigkeit des Bleijodids läßt sich durch die Gleichung

$$R = 9{,}78 \cdot 10^{-4} \cdot e^{-\frac{9\,300}{RT}} + 1{,}15 \cdot 10^{5} \cdot e^{-\frac{30\,000}{RT}}$$

darstellen, wie ebenfalls Seith (14) gezeigt hatte. Das erste Glied gibt darin den Leitfähigkeitsanteil der Jodionen mit der Ablösungsarbeit 9300 cal/Mol, das zweite den der Bleiionen mit 30 000 cal/Mol wieder. Messungen an Einkristallen ergaben nun, daß die Leitfähigkeit von der kristallographischen Richtung abhängig ist, und zwar entsprach die aus der Leitfähigkeit senkrecht zur Spaltebene berechnete Ablösungsarbeit bei Temperaturen von 270° bis 380° C ziemlich genau dem Anteil der Bleiionen in der obigen Gleichung, deren Beweglichkeit also hier stark überwiegt, während die Jodionen sich in dieser Richtung kaum bemerkbar machen. Parallel zur Spaltebene dagegen ergab sich bei niederen Temperaturen eine Leitfähigkeit, aus deren Temperaturabhängigkeit sich die kleine Ablösungsarbeit der Jodionen berechnete, die also die größere Leitfähigkeit in dieser Richtung bedingen. Erst bei höheren Temperaturen können in dieser Richtung die Bleiionen eine Rolle spielen (Fig. 4). Daraus folgt, daß die Beweglichkeit der Bleiionen in beiden Richtungen etwa die gleiche sein muß, daß also auch die Selbstdiffusion der Bleiionen im $Pb\,J_2$ richtungsunabhängig sein muß. Dieses Ergebnis wurde experimentell bestätigt.

Neuerdings sind auch in anderen Metallen Selbstdiffusionsmessungen gemacht worden, und zwar mit Hilfe künstlich radioaktiver Isotope. v. Hevesy und seine Mitarbeiter (15) haben z. B. das Gold

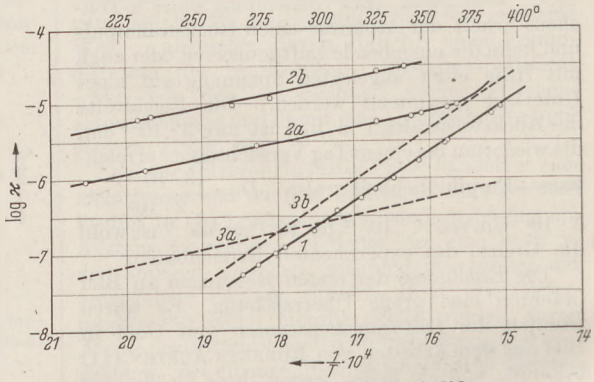


Fig. 4. Leitfähigkeit des Bleijodids.

untersucht, das unter der Einwirkung von Neutronen von einigen eV-Energien ein radioaktives Gold ^{198}Au bildet. Es gibt zwei Möglichkeiten der Untersuchung: entweder bestrahlt man ein dünnes Goldblech auf einer Seite, während man die andere durch dickere Goldbleche abschirmt. Dann ist die bestrahlte Seite sehr viel aktiver als die nichtbestrahlte; bei Erwärmung des Bleches wird der Unterschied der Aktivitäten absinken, und daraus läßt sich die Selbstdiffusion berechnen. Zweitens kann man aktiviertes Gold elektrolytisch oder einfach mechanisch auf die eine Seite einer Goldfolie aufbringen und nun nach einer der besprochenen Methoden die Selbstdiffusion messen. Die Ergebnisse des ersten Verfahrens liegen etwas höher als die des zweiten, was v. Hevesy auf folgende Art erklärt hat: Durch den Rückstoß, den die aktivierten Goldatome bei Aussendung der γ-Strahlen erleiden, werden sie von ihren Plätzen im Kristallgitter entfernt, bevor noch die eigentliche Diffusion beginnt. Man beobachtet also dann die Diffusion nicht normal gebundener Goldatome, die natürlich etwas größer sein kann als die der normalen. Auch mit Kupfer sind in Amerika (16) Selbstdiffusionsmessungen mit Hilfe des Cyclotrons[1] gemacht worden. Ein Cu-Block wurde mit Deuteronen von 8 MeV bombardiert, wodurch eine aktive Schicht von $\sim 1/10$ mm Dicke gebildet wurde. In einer Quarzröhre wurde der Kupfer-

[1] Vgl. diese Z. 52, 89 (1939).

block 40 Stunden lang erhitzt und dann die Aktivitäten einzelner Schichten gemessen. Es ergaben sich Werte, die den obigen Überlegungen entsprechend wesentlich kleiner sind, als man sie aus Messungen an Cu-Be, -Cd, -Si, -Sn oder -Zn vorhergesagt hatte.

Zum Schluß seien noch einige neuere Untersuchungen erwähnt, die aus theoretischen Gründen außerordentlich interessant sind. Erstens hat Harteck (17) die Diffusion von schwerem in normales Eis untersucht und festgestellt, daß bei —3° C der mittlere Diffusionsweg je Tag sicher kleiner als 0,1 mm ist. Das ist deshalb bemerkenswert, weil an sich in diesem Fall auch eine anomal schnelle Diffusion möglich gewesen wäre, die durch einen schnellen Austausch der H- und D-Atome bedingt sein könnte. Wie die Messungen zeigten, tritt im Eis ein solcher schneller Austausch nicht ein.

Ferner hat E. Cremer (18) den Selbstdiffusionskoeffizienten in festem und flüssigem Wasserstoff gemessen — für gasförmigen Wasserstoff war der Selbstdiffusionskoeffizient aus den im Anfang erwähnten Untersuchungen bekannt —, und zwar wiederum mit Hilfe der Ortho- und Para-Modifikationen. Im festen Zustande tritt eine homogene Umwandlung von o—H_2 in p—H_2 ein, die durch die magnetische Wechselwirkung zwischen benachbarten o-Molekülen bedingt ist. Es war gefunden worden, daß die Reaktionsgeschwindigkeit allmählich hinter dem durch eine Gleichung zweiter Ordnung der Art $o + o \rightarrow o + p$ oder $o + o \rightarrow p + p$ geforderten Verlauf zurückbleibt und einer Restkonzentration von o-Molekülen zustrebt, die wesentlich höher als die Gleichgewichtskonzentration ist. Diese Tatsache erklärt sich daraus, daß einzelne o-Moleküle allmählich isoliert werden und keine Nachbarn zur Reaktion finden. Die Ergebnisse der Messungen zeigten, daß erstens nur die Reaktion $o + o \rightarrow o + p$ maßgebend ist, zweitens ließ sich aus ihnen der Selbstdiffusionskoeffizient im festen H_2-Gitter bei 13,2° abs. zu $1 \pm 0{,}2 \cdot 10^{-15} cm^2$/Tag berechnen. Damit ist zum ersten Male die Selbstdiffusion in einem Molekülgitter bestimmt worden.

Auch für den flüssigen Wasserstoff läßt sich eine Abschätzung der Selbstdiffusionskoeffizienten nach zwei experimentell gänzlich verschiedenen Befunden geben. Erstens kann man das Konzentrationsgefälle des Para-Wasserstoffs in einer Schicht von flüssigem Wasserstoff über festem Sauerstoff bestimmen. An der Berührungsstelle H_2—O_2 findet durch den Paramagnetismus der O_2-Moleküle eine katalytische Umwandlung von o- in p-H_2 statt; die Abführung der p-Moleküle in höhere Schichten geschieht durch Diffusion. Berücksichtigt man die spontane Umwandlung in der flüssigen Phase ohne Katalysator und nimmt man an, daß die Umwandlungsgeschwindigkeit am Katalysator beliebig groß gegenüber der Diffusion ist, so ergibt sich im Mittel $D = 0{,}01\ cm^2$/Tag für 20° abs. Zweitens war von Meissner und Steiner gefunden worden, daß der Dampfdruck über einem flüssigen Gemisch von H_2, HD und D_2 einen zeitlichen Gang aufweist. Dieser zeitliche Gang kann dadurch erklärt werden, daß beim Einfüllen in die Apparatur teilweise eine Entmischung der Komponenten stattfindet, die dann allmählich durch Diffusion in der Flüssigkeit wieder ausgeglichen wird. Aus der Dicke der Flüssigkeitsschicht und der Einstelldauer des Gleichgewichtszustandes ergibt sich der Selbstdiffusionskoeffizient zu $\sim 0{,}02\ cm^2$/Tag in befriedigender Übereinstimmung mit der ersten Bestimmung. Der gefundene Selbstdiffusionskoeffizient ist um mehrere Zehnerpotenzen kleiner, als eine Extrapolation nach der für die Gasphase gültigen Formel ergeben würde, d. h. man muß für die Diffusion in der flüssigen Phase die Überwindung einer Energieschwelle annehmen, ähnlich wie es in festen Körpern bekannt ist. Tatsächlich ergibt sich diese Energieschwelle aus den Messungen als etwa ebenso hoch wie diejenige, die im festen Zustande beim Platzwechsel Molekül-Leerstelle zu überwinden ist.

Schrifttumsverzeichnis.

1. S. Chapman: Phil. Trans. Roy. Soc., Lond. (A) **216**, 279 (1915); **217**, 115 (1916). — 2. P. Harteck u. H. W. Schmidt: Z. physik. Chem. Abt. B. **21**, 447 (1933). — 3. G. Hertz: Z. Physik **19**, 35 (1923). — 4. W. Groth u. P. Harteck: Z. physik. Chem. (B) (im Erscheinen). 5. K. Clusius u. G. Dickel: Z. physik. Chem. (B) **44**, 397 (1939). — 6. W. Groth: Naturwiss. **27**, 260 (1939). — W. Groth u. P. Harteck: Naturwiss. **28**, 47 (1940). — 7. I. Gróh u. G. v. Hevesy: Ann. Physique **63**, 85 (1920). — 8. Siehe W. Jost: Diffusion und chemische Reaktion in festen Stoffen. Dresden u. Leipzig: Theodor Steinkopff 1937. — 9. G. v. Hevesy, W. Seith u. A. Keil: Z. Physik **79**, 197 (1932). — 9a. G. v. Hevesy u. W. Seith: Z. Physik **56**, 790 (1929). — 10. G. v. Hevesy u. W. Seith: Z. Physik **56**, 802 (1929). — 11. W. C. Roberts-Austen: Proc. Roy. Soc. Lond. **59**, 288 (1896). — 12. W. Seith u. A. Keil: Z. physik. Chem. (B) **22**, 350 (1933). — 13. W. Seith: Z. Elektrochem. **39**, 538 (1933). — 14. W. Seith: Z. Physik **56**, 802 (1929); **57**, 869 (1929). — 15. G. v. Hevesy: Trans. Far. Soc. **34**, 841 (1938). — H. A. C. McKay: Trans. Far. Soc. **34**, 845 (1938). — 16. B. v. Rollin: Physic. Rev. **55**, 231 (1939). — I. Steigmann, W. Shockley u. F. C. Nix: Physic. Rev. **56**, 13 (1939). — 17. P. Harteck: Z. Elektrochem. **44**, 45 (1938). — 18. E. Cremer: Z. physik. Chem. (B) **28**, 199 (1935); **42**, 281 (1939).

3. *Geschichte und Erkenntnislehre.*

Moritz v. Rohr †. * 4. April 1868; † 20. Juni 1940. Von H. Boegehold in Jena.

Am 20. Juni früh ging ein Leben zu Ende, das wahrhaft „köstlich" gewesen ist; denn es ist „Mühe und Arbeit" gewesen, obwohl es beständig dem Tode, der Krankheit abgerungen wurde.

M. v. Rohr wurde am 4. April 1868 in Lazyn (gespr. wie frz. Longine) Kr. Hohensalza geboren. Er studierte in Berlin, promovierte 1892 mit einer mathematischen Arbeit und wurde Assistent am Meteorologischen Institut. 1895 kam er als wissenschaftl. Mitarbeiter an das Zeisswerk nach Jena.

Schon als junger Mensch litt er an Knochentuberkulose; sein linkes Bein blieb zu kurz, die Kniescheibe mußte herausgenommen werden, und die uns anderen leichte Bewegung war für ihn eine Mühe.

Ich habe ihn schon 1895 kennengelernt, da er als „Alter Herr" des Berliner Mathematischen Vereins bei dem hiesigen Verein verkehrte, dem ich damals als Student angehörte.

Beim Zeisswerk war M. v. Rohr zuerst als Assistent Dr. Rudolphs in der photographischen Abteilung beschäftigt. 1899 wurde er persönlicher Assistent Abbes, er ist dessen letzter unmittelbarer Schüler gewesen. — Um diese Zeit übernahm er auch die Leitung der Rechnungen für Mikroskope, Lupen und einige andere Vorrichtungen. In den folgenden Jahren führten seine theoretischen Arbeiten (gemeinsam mit A. König) zur Herstellung des Monochromaten; die Anwendung der Smythischen Linse führte zur ersten Form der Biotare; ein Hinweis von A. Gullstrand brachte M. v. Rohr und A. Köhler auf die Bedeutung des Augendrehpunktes und machte sie zu den Erfindern des Veranten.

Dieser Hinweis, der zunächst für eine Lupe bestimmt war, wurde aber folgenreich. Als die Geschäftsleitung des Zeisswerks 1908 die Brillenabteilung einrichtete, beauftragte sie M. v. Rohr mit den theoretischen Arbeiten. Was dort geschaffen ist, die Punktalgläser für Fehlsichtige und Astigmatiker, die Katralgläser für das linsenlose Auge (Einführung der unkugeligen Flächen), die Fernrohrbrillen für Schwachsichtige, die Brillen für Ungleichsichtige, überall ist die Anlage und ein großer Teil der rechnerischen Durchführung M. v. Rohr zu verdanken. Bald folgte die Gründung der Abteilung für Instrumente, die dem Arzte dienen sollen. Auch hier hat M. v. Rohr die Grundlagen geschaffen, insbesondere ist das Kystoskop in der gegenwärtigen Form sein Werk.

Inzwischen war ein neuer Anfall seines Leidens eingetreten, die Tuberkulose ergriff das Ohr und die Ausscheidungsorgane. 1913 fürchtete man, die Krankheit könne bald zum Tode führen. In Davos gelang es M. v. Rohr, seine Arbeitsfähigkeit wiederzuerhalten. — Nur die Leitung der Rechenstube gab er an mich ab, den er seit 1908 als Assistenten gehabt hatte. Dafür kamen teils vorher, teils nachher weitere Aufgaben. Seit 1913 war er außerordentlicher Professor an der medizinischen Fakultät und las dort über 2 Jahrzehnte (bis 1935) über die Anwendung der Optik durch den Arzt. Er war der Mitbegründer und geschäftliche Leiter der Zeitschrift für ophthalmologische Optik. Als Sechzigjähriger begründete er die Forschungen zur Geschichte der Optik. — Die geschichtliche Sammlung des Zeisswerks hat er bis zu seinem Tode betreut. Dazu kommt die umfangreiche schriftstellerische Tätigkeit im einzelnen.

Bis 1935 blieb M. v. Rohr als Beamter des Zeisswerks tätig. Seine übrige Arbeit hat er bis zum Tode weitergeführt.

M. v. Rohr bedurfte immer wieder ärztlicher Hilfe. Das Ende hat ihm ein Unfall zusammen mit seinem Leiden gebracht. Am 27. Mai 1940 glitt er aus und brach das kranke Bein an der Ansatzstelle. Während des Liegens trat eine innere Vergiftung durch das Versagen der Nieren ein, und am 20. Juni erfolgte der Tod. Bei der Sektion wurde festgestellt, daß die eine Niere schon lange nicht mehr arbeitete. Durch das Krankenlager war eine Lungenembolie eingetreten; dadurch war auch die andere nicht ganz gesunde Niere arbeitsunfähig geworden. Die unmittelbare Todesursache war eine zweite Embolie.

Seine Lebensgefährtin war ihm 1927 im Tode vorausgegangen. Bis zum 30. November 1933 lebte seine Mutter bei ihm, sie ist $96^3/_4$ Jahre alt geworden. Seine Geschwister sind vor ihm gestorben, doch leben noch Nachkommen von ihnen. Für seine Familie hat er treu und beständig gesorgt. Er selbst hat in seiner letzten Lebenszeit in Frl. Preller eine treue und aufmerksame Pflegerin gehabt.

Über M. v. Rohrs wissenschaftliche Arbeiten wie seine Erfindungen im Zeisswerk ist bei verschiedenen Gelegenheiten geschrieben worden; ich verweise nur auf die Sondernummer der Zeiss-Nachrichten, die am 4. April 1938 zu seinem 70. Geburtstag erschien. Außer den vielen Einzelheiten in der Linsenoptik ist sein großes Werk der Ausbau des Gebäudes der Strahlenbegrenzung und Strahlenvermittlung, wobei er gewiß von Arbeiten Abbes ausging und auch sonst Vorgänger gehabt hat, dem er aber die „klassische" Form gab. Das Wesen des photographischen Bildes als perspektivische Darstellung auf der „Einstellebene" hat er zuerst angegeben. Die verschiedenen Arten der Raumanschauung durch Perspektive, die Bedingungen für die tiefenrichtige und tiefenverkehrte Auffassung bei beidäugigen Instrumenten sind von ihm zuerst in allgemeiner Form ausgesprochen worden.

An größeren Werken hat M. v. Rohr verfaßt:

1899. Die Theorie und Geschichte des photographischen Objektivs. Sie gibt eine Zusammenfassung der Theorie und sodann eine genaue Darstellung dessen, was geschehen ist. Für 50 Formen von Aufnahmelinsen werden der Öffnungsfehler, die Asymmetrie und die Bildfeldfehler nach trigonometrischen Durchrechnungen in Kurvendarstellungen mitgeteilt. Das Quellenverzeichnis ist für Jahrzehnte ein Muster geworden.

1907. Die binokularen Instrumente (2. Aufl. 1920). Ein Lieblingsgegenstand des Verfassers.

1911. Die Brille als optisches Instrument (weitere Auflagen 1921 und 1934). Dies Werk gibt sorgfältig über alles Auskunft, was zur Theorie und Geschichte des Brillenglases gehört.

1904 hat M. v. Rohr unter Mithilfe mehrerer Mitarbeiter des Zeisswerks „Die Bilderzeugung in optischen Instrumenten vom Standpunkte der geometrischen Optik" herausgegeben. Zwei Abschnitte sind von ihm allein, zwei andere zusammen mit A. König geschrieben. Mitgearbeitet hat er an der 2. und 3. Auflage des Czapskischen Lehrbuchs (1904, 1924), am Handbuch der Physik von Geiger und Scheel 1927, am Handbuch der wissenschaftlichen und angewandten Photographie 1932.

Die Zahl seiner längeren und kürzeren Abhandlungen ist weit über 500, sie handeln über viele theoretische Fragen, über Instrumente wie das Kystoskop, über Brillenlehre und Brillenformen, über geschichtliche Vorgänge.

Damit komme ich zu der geschichtlichen Forschung, die vielleicht die Lieblingsarbeit des Verstorbenen war; denn auch seine größeren Arbeiten enthalten umfangreiche geschichtliche Abschnitte. Ich kann hier wohl auf meinen Aufsatz in der erwähnten Nummer der Zeiss-Nachrichten verweisen und wiederhole, die Arbeiten behandeln die verschiedensten Gegenstände: „Entwicklung eines wissenschaftlichen Begriffs oder eines Wissensgebietes; Entwicklung einer optischen Vorrichtung; Verbesserung unseres Werkstoffes, des Glases; Geschichte einzelner Werkstätten; Besprechung der Leistungen einzelner Personen (hierher gehört auch die Neuausgabe und Übersetzung der Abhandlungen anderer).“ Und von den Schlußworten: „Ich habe in der Überschrift die Tätigkeit des Geschichtsforschers und die des Geschichtsschreibers getrennt. Gewiß mag das äußerlich sein, aber man kann doch zweierlei unterscheiden:“

„Einmal das — sagen wir — Wühlen in dem, was irgendwie überliefert ist, in halb vergessenen Schriften, die in den öffentlichen Büchersammlungen liegen und oft von Staub halb bedeckt sind, in den Archiven, Preislisten, die irgendwie erhalten sind, Bücherankündigungen, Briefen, die aus der Versenkung auftauchen; das Ans-Licht-Ziehen alter Vorrichtungen, das Erfragen persönlicher Erinnerungen — dabei stets die Aufgabe, das Wichtige vom Unwichtigen zu scheiden.“

„Und dann andererseits die Kunst, das Ergebnis eigener oder auch fremder Forschungen in lebhafter, überzeugender Darstellungsweise zusammenzufassen und anderen zu übermitteln.“

„In beiden ist Herr v. Rohr Meister.“

Das letzte große Werk, es wurde erst Anfang dieses Jahres fertig, war seine mit gewohntem Fleiß und gewohnter Gründlichkeit verfaßte Lebensbeschreibung Abbes, die manchen Irrtum, manche schiefe Auffassung richtigstellt, vor allem aber die tiefe Verehrung vor dem Meister erkennen läßt.

Die Verbreitung des Wissens, die Lehre, der ja die vorliegende Zeitschrift dient, ist dem Verstorbenen stets als eine wichtige Arbeit erschienen. Er zeigt dies durch die sorgfältige Behandlung schwieriger Fragen in seinen Werken, durch die genauen Quellenhinweise, sowie durch die vielen graphischen Darstellungen. Wo möglich, gibt er Kurvenzeichnungen, und er ist wohl auch der erste, der die Schichtlinien-(Isoplethen-)Darstellung auf die optischen Abweichungen angewandt hat (Photogr. Obj. Fig. 37/8).

Mehrere kleinere Schriften dienen vor allem der Verbreitung optischer Kenntnisse. Eine Schrift über die optischen Instrumente [1. Aufl. 1905, 4. Aufl. (16. und 17. Tausend) 1930] ist für den Benutzer bestimmt. Sie enthält seit der 3. Aufl. (1918) die wichtige Einteilung in wiederholende und verdeutlichende Instrumente. Schon von vornherein aber war die Lehre von der Strahlenbegrenzung dargestellt, auch die Bedeutung der Augenbewegung hervorgehoben. Daß dem Leser zugemutet wurde, sich mit diesen Dingen zu beschäftigen, war in der ersten Zeit manchem zu viel; die wiederholten Auflagen des Büchleins haben gezeigt, daß es sich um einen Widerstand der geistigen Trägheit handelte, der überwunden werden mußte und überwunden worden ist.

Über das Auge und die Brille unterrichtet einen weiteren Kreis ein Büchlein, das 1912 in der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt“ (Nr. 372) erschienen ist (2. Aufl. 1918). 1920 veröffentlichte M. v. Rohr in der Centr.-Ztg. Opt. Mech. einen Aufsatz über „Zeichen- und Rechenverfahren für die Bildfindung im achsennahen Raum“ und einen „über die Strahlenbegrenzung“, beide sind als Heft 1/3 der „Sammlung optischer Aufsätze, herausgeg. von Dr. H. Harting“, gesondert erschienen.

Außer seiner Vorlesungstätigkeit hat M. v. Rohr eine große Zahl von Vorträgen vor wissenschaftlichen Gesellschaften, vor Ärzten, vor Optikern gehalten. Wenn jetzt in Deutschland viel zur besseren Ausbildung des Optikerstandes geschieht, so verdankt man es zum großen Teile den Anregungen des Verstorbenen.

Oft hat er mit mir über den Unterricht in der Mathematik und Physik gesprochen, mich auf Erscheinungen des pädagogischen Schrifttums aufmerksam gemacht. Besonders lag ihm natürlich die Unterweisung der Schüler und Studenten in der Optik am Herzen; auf den Mangel der Belehrung über die Fragen der Strahlenbegrenzung hat er wiederholt hingewiesen.

M. v. Rohr hat manche äußere Ehrung erfahren. Er war Ehrendoktor der Medizin, Mitglied der Leopoldina, Ehrenmitglied mehrerer deutscher und ausländischer wissenschaftlicher Gesellschaften, Inhaber der silbernen Leibniz-Medaille der Berliner Akademie sowie der goldenen Medaille der Photographischen Gesellschaft in Wien.

Wer 32 Jahre mit einem andern zusammen gearbeitet hat, darf wohl auch ein paar Worte persönlicher Erinnerung anknüpfen. Bei mir schließen sie sich freilich am einfachsten an die gemeinsame Arbeit an, da der Verstorbene als Wissenschafter derselbe war wie als Mensch.

Wer das Lebenswerk von M. v. Rohr betrachtet, wird vor allen Dingen die große Arbeitskraft, Arbeitslust und das Pflichtbewußtsein bewundern, namentlich wenn er sieht, wie alle Kleinarbeit gründlich und genau verrichtet wird. Noch auf seinem letzten Lager hat er mit seiner Gehilfin, Frau Jahn-Jubelt, wie mit mir über Veröffentlichungen und wissenschaftliche Fragen gesprochen. Dabei war er nicht einseitiger Fachgelehrter, sondern er fand auch noch Zeit, sich mit anderen Wissenschaften und der Kunst zu beschäftigen. Über Literatur, Geschichte, Religion und Religionswissenschaft konnte man mit ihm sprechen und fand Förderung.

Dabei im beständigen Kampfe mit dem Leiden. Nicht lange vor seinem Tode fragte er mich eines Montags, wie ich den Sonntag zugebracht hätte. Ich sagte, ich hätte einen größeren Spaziergang gemacht. Er bemerkte: „Ja, das geht mir nun ganz

ab," und fügte hinzu, daß er vor Jahren einmal zum Fuchsturm gegangen sei, aber völlig erschöpft angekommen wäre. Er wußte, daß ihm etwas abging, was wir Gesunde haben können, und litt darunter; aber ganz selten waren solche Äußerungen, meist hielt er diese Gefühle mit starker Selbstbeherrschung zurück.

Dann ein Drittes: Die strenge Gerechtigkeitsliebe. Man mag seine geschichtlichen Abhandlungen lesen: Wo er dazu kommt, die Verdienste abzuwägen, Meinungsverschiedenheiten oder, was schlimmer ist, Streitigkeiten zu schildern, überall sucht er nicht nur seinem Helden, sondern auch der Gegenseite und selbst Persönlichkeiten, die ihm durchaus unerfreulich sind, ihr Recht zu sichern. Manche seiner kleinen Abhandlungen gelten Männern, die nicht in erster Linie standen, für deren bescheidene Leistungen er aber Anerkennung zu schaffen suchte.

Es ist mir zweimal begegnet, daß ich im Gange meiner eigenen geschichtlichen Untersuchungen, zu denen ich ja nicht zum wenigsten durch den Verstorbenen angeregt war, darauf stieß, daß ein Teil von dem, was M. v. Rohr als erster gefunden zu haben glaubte, schon früher gesagt worden war. Mancher hätte dies vielleicht übel aufgenommen, M. v. Rohr hat mich selbst zur Veröffentlichung aufgefordert, mir in einem Falle selbst die Gelegenheit dazu gegeben, darüber berichtet und hinzugefügt, man solle die Palme dem geben, der sie verdient habe.

Diese Arbeitslust und diese Gerechtigkeitsliebe hatte M. v. Rohr mit seinem hochverehrten Meister gemein, aber auch noch ein letztes, die Menschenliebe, die Menschenfreundlichkeit.

Seine Tätigkeit hat manchem Menschen geholfen, so besonders manchem Schwachsichtigen, darunter auch vielen Kriegsopfern eine Sehhilfe verschafft, die ihnen das Leben wieder lebenswert machte. Aber wenn ich mich der Gespräche erinnere, die ich mit ihm hatte, als die ersten Einrichtungen für die Brillenherstellung getroffen wurden, wo man auch noch die einzelnen Fälle besprach, von denen man erfuhr, so weiß ich, wie es ihn freute zu helfen, auch da, wo für das Zeisswerk kein besonderer Verdienst zu erwarten war. Dieser Hilfsbereite war er aber auch im täglichen Leben, nicht nur für seine Familie, sondern für jeden, der mit ihm zu tun hatte. In allen kleinen und großen Nöten konnte man sich an ihn wenden, er suchte Rat zu finden, half mit seiner Fürsprache und manchem auch noch in anderer Weise.

Ein großer Gelehrter ist von uns gegangen, ein großer Mensch ist von uns geschieden!

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Einführung in die Elektrizitätslehre. Von R. W. Pohl. („Einführung in die Physik", zweiter Band.) 5. verbesserte und ergänzte Auflage. VIII, 272 Seiten mit 497 Abbildungen. Berlin: Julius Springer 1940. Preis geb. RM 13,80.

Von dem rühmlichst bekannten Lehrbuche, das auch auf den physikalischen Schulunterricht einen bedeutenden und nachhaltigen Einfluß ausgeübt hat, liegt nunmehr die 5. Auflage vor, zu welcher der Verfasser als Vorwort kurz bemerkt, daß gegenüber der vierten manche Einzelheiten verbessert und einige Ergänzungen eingefügt seien. Im übrigen aber unterscheide sie sich nicht von der vorhergehenden, deren Vorwort noch einmal abgedruckt ist. Die Ergänzungen bestehen in den beiden §§ 120 und 121, welche die Elektronenleitung in Salzkristallen und die durch Bestrahlung in festen Körpern verursachten Ströme betreffen, und einer Tabelle des Anhangs, in der die Faktoren enthalten sind, mit denen die Maßzahlen der in Betracht kommenden Größen zu multiplizieren sind, um sie aus dem elektrostatischen oder elektromagnetischen Maßsystem in das praktische überzuführen, welches bekanntlich in dem Buche durchweg benutzt wird.

Wenn es sich also auch im wesentlichen um eine Wiederholung der 4. Auflage handelt, die bereits in dieser Zeitschrift eine kurze Würdigung erfahren hat [**50**, 44 (1937); vgl. auch zu den früheren Auflagen **41**, 53 (1928) und **44**, 229 (1931)], so dürfte es doch nicht überflüssig sein, die Fachgenossen und Leser dieser Zeitschrift noch einmal darauf hinzuweisen, daß die beiden letzten Auflagen in vielen Teilen ein gegenüber den vorhergehenden wesentlich neues Buch darstellen, wie auch von dem Verfasser im Vorwort zur 4. Auflage betont wird, dessen Kenntnisnahme nur dringend empfohlen werden kann. Um den Inhalt gegenüber der 1. Auflage erheblich bereichern zu können, ohne den Umfang bedeutend zu überschreiten, sind, wie der Verfasser selbst sagt, unnötige Weitschweifigkeiten weggelassen worden, und weitere Raumersparnis hat die Verkleinerung von Abbildungen ermöglicht. Die Vervollständigung des Inhalts tritt schon in der äußeren Gliederung hervor, die nunmehr 16 statt 11 Kapitel der 1. Auflage umfaßt. Den sachlichen Unterschied lehrt z. B. die Vergleichung des Kapitels V der 1. Auflage: „Kraftfluß, Selbstinduktion, magnetische Energie, Kräfte in Magnetfeldern," S. 95 bis 111, mit den Kapiteln VIII und IX der letzten, welche die Seiten 84 bis 99 und 100 bis 113 umfassen und überschrieben sind: „Kräfte im magnetischen Felde" und „Materie im Magnetfeld". Besonders namhaft zu machen sind hier die neu hinzugekommene „Induktion in bewegten Leitern" der §§ 63, 64, die Ableitungen der Beziehungen $K = i\mathfrak{B}l$ auf S. 87, 88 und der Weberschen $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$ im § 65, die Einführung des Drehfelds im § 66 und die des magnetischen Moments im § 68 im Vergleich zu den entsprechenden Darstellungen der 1. Auflage. Ähnlich ist das Kapitel II der 1. Auflage: „Das elektrische Feld" nunmehr zerlegt in deren 4: „Das elektrische Feld", „Kräfte und Energie im elektrischen Feld", „Kapazitative Stromquellen und

einige Anwendungen elektrischer Felder", unter anderem auch im § 38 die Verfahren zur Erzeugung sehr hoher Spannungen bei den Versuchen über Atomzertrümmerungen, und „Materie im elektrischen Feld". Dieses letzte Kapitel V und das entsprechende IX, welches die „Materie im magnetischen Feld" behandelt, sind im wesentlichen gegenüber der 1. Auflage als neu zu bezeichnen. Sie befassen sich mit den Begriffen und Messungen dielektrischer und magnetischer Materialwerte und nehmen zu ihrer Deutung auch einiges aus der Atomphysik zu Hilfe. Besonderes Interesse werden hier beanspruchen § 73: „Diamagnetismus, Paramagnetismus, Ferromagnetismus", § 76: „Die atomistische Deutung der paramagnetischen Materialwerte, Magnetonen", § 77: „Zur atomistischen Deutung diamagnetischer Materialwerte, Larmor-Präzession" und § 78: „Zur atomistischen Deutung des Ferromagnetismus".

Das Kapitel VII der 1. Auflage: „Trägheit des Magnetfeldes und elektrische Schwingungen" erscheint jetzt als Nr. XI und führt die Selbstinduktion ein, während diese früher zum Teil im Kapitel V vorweggenommen wurde. Sie wird also einheitlicher und auch eingehender mit zum Teil neuen Versuchen dargestellt, wobei dem induktiven und kapazitativen Widerstand, die in der 1. Auflage zu kurz gekommen waren, je ein Paragraph (86 und 87) gewidmet sind. Die folgende Behandlung der elektrischen Schwingungen ist im wesentlichen dieselbe geblieben.

Wie in der 1. Auflage das Kapitel VIII, enthält jetzt das umfangreiche Kapitel XII den „Mechanismus der Leitungsströme". Als Anwendungen der unselbständigen Elektronenleitung des Hochvakuums werden im § 98 wie früher im § 71 die Röntgenlampe mit Hochvakuum und das Dreielektrodenrohr besprochen, an 3. Stelle aber die Abbildung mit Elektronenstrahlen anstatt des Glühdrahtgleichrichters in der 1. Auflage (der aber versehentlich am Anfange noch angekündigt ist). Das Wesen des Lichtbogens mit seinen Anwendungen ist im § 102 eingehender dargestellt als früher; die Versuche zur Messung der Ionengeschwindigkeit in wäßrigen Lösungen (S. 177) und zum Nachweise der elektrolytischen Leitung von Glas (§ 109) sind abgeändert, andere wie die Abschnürung eines elektrischen Stromes in Hg (S. 183) hinzugekommen. Wesentlich ausgebaut gegen die 1. Auflage ist die Elektrizitätsleitung in Metallen durch die §§ 115 bis 118: „Zur Deutung der metallischen Leitung", „Die Hall-Spannung", „Die Hall-Konstante und die Zahl sowie mittlere freie Weglänge der Elektronen", „Die Beschleunigung der Elektrizitätsträger in Metallen durch Trägheitskräfte". Von den in der 5. Auflage hinzugekommenen §§ 120, 121 war schon oben die Rede. Sie betreffen Forschungsergebnisse des Verfassers und verdienen besondere Beachtung.

Eine gründliche Umarbeitung und Bereicherung hat ferner das Kapitel XIII: „Elektrische Felder in der Grenzschicht zweier Substanzen" erfahren. Am wenigsten sind gegen früher die folgenden Kapitel über die Radioaktivität und die elektrischen Wellen geändert worden. Das letztere schließt in der Neubearbeitung mit einer bemerkenswerten historischen Notiz (§ 156), das erstere berücksichtigt in dem § 144 über die Zertrümmerung von Atomen die seit der 1. Auflage stattgefundenen Entdeckungen der Positronen und Neutronen und der künstlichen Radioaktivität. Es enthält außerdem am Schluß einen Paragraphen (145), der überschrieben ist: „Rückblick. Die Abhängigkeit der Elektronenmasse von der Geschwindigkeit." Auf diesen wird in dem letzten Kapitel XVI: „Das Relativitätsprinzip als Erfahrungstatsache" Bezug genommen. Dieses bringt zunächst in den §§ 157 bis 159 die experimentellen Grundlagen dieser Theorie und gibt im § 160 die für die Invarianz der Maxwellschen Gleichungen notwendigen Lorentz-Transformationen an. Die Abhängigkeit der Elektronenmasse von der Geschwindigkeit wird dann benutzt, um diese Umformungen auch auf die Grundgleichungen der Mechanik zu übertragen, was auf den Seiten 259 und 260 auf 3 Weisen angedeutet wird. Doch dürfte bei dieser Gelegenheit ein näheres Eingehen nötig sein, um dem Anfänger Klarheit zu verschaffen.

Wie bereits in der 1. Auflage ist auch in der Neubearbeitung große Sorgfalt darauf verwandt, daß der Leser mit den Dimensionen der auftretenden physikalischen Größen in dem benutzten Maßsystem vertraut wird, und die gegen früher noch vermehrten Zahlenbeispiele, welche diesem Zwecke dienen, werden auch dem Physiklehrer an höheren Schulen für seinen Unterricht willkommen sein, ebenso wie manche einfachen Ableitungen als Übungen in der Differential- und Integralrechnung. Als Beispiele seien angeführt der § 40 (in der 1. Auflage § 17): „Messung kleiner Zeiten mit Hilfe des Feldzerfalls", zu dem § 41: „Messung großer Widerstände mit Hilfe des Feldzerfalls" mit einer entsprechenden Ableitung und Zahlenbeispiel gekommen ist; weiter die Berechnung der Kapazitäten des Platten- und Kugelkondensators im § 25 und vielleicht auch noch die der Elektrisierung im § 47. *R. Pyrkosch.*

Einführung in die Optik. Von R. W. Pohl. („Einführung in die Physik", dritter Band.) VIII, 320 Seiten, mit 564 Abbildungen im Text und auf einer Tafel. Berlin: Julius Springer 1940. Preis geb. RM 18,60.

Das Buch ist der Schlußband der „Einführung in die Physik"; die beiden vorausgehenden („Einführung in die Elektrizitätslehre"; „Einführung in die Mechanik und Akustik") sind in dieser Zeitschrift **41**, 53 (1928); **44**, 229 (1931); **50**, 44 (1937); **44**, 134 (1931); **45**, 184 (1932) besprochen worden. Die Wärmelehre soll in einer Neuauflage mit der Mechanik und Akustik vereinigt werden.

Der Verf. bemerkt in der Vorrede, daß der Inhalt des Buches in manchem von dem herkömmlichen Bestande der Lehrbücher abweiche. Ganz klar ist mir freilich nicht, wieso das Buch deshalb als „Einführung" bezeichnet wird; es scheint mir dazu etwas zu viel vorauszusetzen. Besonders legt der Verf. Wert auf den Zusammenhang der Optik mit den andern Gebieten der Physik. So bedient er sich überall der Analogien mit elektrischen und

mechanischen Vorgängen. Dieser Absicht entspricht, daß häufig auf die beiden andern Bände der „Einführung" verwiesen wird, ferner wohl, daß von vornherein nicht nur ultrarote und ultraviolette Strahlen, sondern auch Röntgensche Strahlen einbezogen werden. Die geometrische Optik und die optischen Instrumente sind infolge dieses Planes kurz behandelt (1. bis 3. Abschnitt, 4. Abschnitt teilweise, S. 1 bis 59). Doch muß anerkannt werden, daß auf die Bedeutung der Strahlenbegrenzung und der Perspektive wiederholt hingewiesen wird und daß die verschiedenen mit dem Worte „Vergrößerung" bezeichneten Begriffe S. 41 bis 44 deutlich auseinandergehalten werden. Ich will mit dem Verf. nicht wegen einiger Sätze über die Linsenoptik rechten, die wohl mit Absicht etwas „überspitzt" sind.

In der Brillenoptik ist nicht, wie der Verf. (S. 11) zu glauben scheint, die Brennweite das Wichtigste, sondern die Schnittweite (vom hinteren Brillenscheitel gerechnet) oder ihr Kehrwert, der Scheitelbrechwert. Bei Stargläsern oder gar Fernrohrbrillen ist der Unterschied beträchtlich. Noch eine Kleinigkeit zu S. 4, Anm. 1: Das Geburtsjahr W. Snells ist nach P. van Geer[1] nicht 1591, wie allerdings meist angegeben wird, sondern 1581.

Abschnitt 5 bis 8 (58 bis 129) geben die Interferenz, die Beugung, die Messungen der Geschwindigkeit des Lichtes (dabei den Dopplerschen Effekt), die Polarisation und die Doppelbrechung. Ausführlicher (nach der klassischen Theorie) behandeln der 9. und 10. Abschnitt (130, 197) den Zusammenhang von Reflexion, Brechung und Absorption, sowie Streuung und Dispersion.

Im 11. Abschnitt (198 bis 255) wird dann die Bedeutung der Quantenlehre dargestellt. Es wird von der lichtelektrischen Wirkung ausgegangen, die Plancksche Konstante eingeführt und die Lenardsche Entdeckung über den Zusammenhang zwischen Energie und Frequenz auseinandergesetzt. Es folgen die Gesetze über Emission und Absorption von Atomen, wobei die Atommodelle und das periodische System besprochen werden. Der folgende Abschnitt (256 bis 287) bringt die Anwendung auf die Moleküle, die Bandenspektren, weiter die Erscheinungen der Fluoreszenz, Phosphoreszenz, die Gesetze der Temperaturstrahlung, die optische Temperaturmessung. In diesen beiden Abschnitten wird auch der geschichtliche Hergang kurz geschildert. Der vorletzte, 13. Abschnitt (288 bis 297) beginnt mit einem Rückblick auf die Geschichte der Lichttheorie, Emanationslehre und Wellentheorie, deren Änderung durch die Einführung der Quanten. Daran schließt sich die Notwendigkeit, ein korpuskulares Bild zu benutzen und die Einführung des Photons sowie andererseits der Materiewellen, die Versuche über die Beugungsringe der Elektronen. Allgemeine Bemerkungen über die wellenmechanische Statistik schließen den Abschnitt. Im letzten Abschnitt (298 bis 313) folgen Strahlungs- und Lichtmessungen, insbesondere auch physiologischer Art.

[1] P. van Geer: Arch. néerl. Sci. ex. nat. (1) 18, 455 (1883).

Im ganzen Buche werden die grundlegenden Versuche genau beschrieben und durch Abbildungen erläutert. Die mathematischen Ableitungen sind gebracht oder doch angedeutet.

Für den Lehrer dürfte gelten, was von den Berichtern zu den früheren Abteilungen des Gesamtwerkes gesagt worden ist: das Buch kann und will kein Schulbuch sein, aber auch der Lehrer kann großen Nutzen daraus ziehen. *H. Boegehold.*

Ein Tag physikalisch. Von Friedrich Nikol. 189 Seiten mit 60 Abbildungen. Bamberg: C. C. Buchners Verlag 1939. Preis kart. RM 2,—.

Der Verfasser verfolgt unter dem Gesichtspunkte der Naturwissenschaften einen Arbeitstag im Leben einer Familie. Er teilt den Inhalt des Buches in 9 Abschnitte ein, die folgende Überschriften tragen: I. In der Ruhe der Nacht; II. Der Tag beginnt; III. Morgendliche Erfrischung; IV. Am Frühstückstisch; V. Der Weg zur Arbeit; VI. Mitten in der Arbeit; VII. Die Frau am häuslichen Herd; VIII. Jugend bei Spiel und Erholung; IX. Am Abend. Jeder Abschnitt zerfällt wieder in 6 bis 11 Kapitel, z. B. der letzte in die folgenden 9 Kapitel: Elektrische Schwingungen; Grundlagen des Rundfunks; der Detektorempfang; die Elektronenröhre; das Grammophon; das Klavier; das Auge; der Operngucker; Röntgen- und radioaktive Strahlen, Atomtheorie.

Der Grundgedanke des Buches ist sehr zu begrüßen, nämlich die Absicht, dem Laien vor Augen zu führen, wie eng unser Leben mit den Errungenschaften der Physik und der Technik verknüpft ist und wie notwendig das Verständnis dieser Dinge ist. Der Verfasser sucht dieses Ziel zu erreichen, indem er in 75 Kapiteln eine ungeheure Menge Stoff aus allen Gebieten der Physik bietet. Um die Fülle zu bewältigen, muß er in jedem Kapitel die Darstellung stark zusammendrängen. Für die Entwicklung physikalischer Gedankengänge bleibt wenig Raum, das meiste muß in dogmatischer Form mitgeteilt werden. Nach meiner Meinung wäre es besser gewesen, den Stoff erheblich zu beschränken und dafür die Gedankenentwicklung stärker zu berücksichtigen. Von diesem Mangel abgesehen, ist aber die Darstellung so, daß der Anfänger mancherlei aus dem Buche lernen kann, zumal die Abbildungen sehr klar sind. Diese entstammen übrigens zum Teil den Lehrbüchern von J. Kleiber, was der Verfasser im Vorwort hätte erwähnen sollen. Von den Kleinigkeiten, die mir bei der Durchsicht aufgefallen sind, gebe ich die folgenden an:

Es ist nicht richtig, daß unsere Spiegel mit Zinnamalgam belegt sind (Seite 44), daß die Griechen mit Hilfe von Hohlspiegeln feindliche Schiffe in Brand gesetzt haben (Seite 45), daß sich zwischen den Schienen der Straßenbahn stets kleine Lücken befinden (Seite 55), daß Celsius und Linné beide den Eispunkt mit Null bezeichnet haben (Seite 39). Das Boyle-Mariottesche Gesetz darf nicht so ausgesprochen werden, als ob es auch für gesättigte Dämpfe gilt (Seite 51). Bei der Erklärung des Elektromotors (Seite 65) ist die Drehungsrichtung des Ankers falsch angegeben.

P. Henckel.

Schule des Funktechnikers. Ein Hilfsbuch für den Beruf mit besonderer Berücksichtigung der Rundfunktechnik. Von Hanns Günther und Ing. Heinz Richter VDE. Dritter Band: Aufgaben aus der Praxis. 256 Seiten mit 413 Textabbildungen. Stuttgart: Franckhsche Verlagshandlung 1939. Preis RM. 16,—.

In dieser Zeitschrift 52, 42 u. 170 (1939) sind die beiden ersten Bände der „Schule des Funktechnikers" besprochen worden. Der vorliegende 3. Band des Werkes wiederholt den dort behandelten Stoff an der Hand von 833 praktischen Übungsaufgaben, zu denen am Schluß jedes Kapitels Lösungen angegeben werden. Der erzieherische Wert solcher Aufgaben braucht hier nicht begründet zu werden. Die Auswahl ist in geschickter Weise so getroffen, daß alle Gebiete der Funktechnik zu ihrem Rechte kommen. Die Brauchbarkeit des Gesamtwerkes zum Selbstunterricht oder als Lehr- und Übungsbuch beim Unterricht an Berufs- und Fachschulen oder in funktechnischen Lehrgängen ist durch diesen dritten Band noch gestiegen. *W. Spreen.*

Grundlagen und Ergebnisse der Ultraschallforschung. Von Egon Hiedemann. Mit 232 Abbildungen im Text und einer Farbentafel. 287 S. Berlin: Walter de Gruyter & Co. 1939. Preis RM 24,—.

Das vorliegende Werk ist ein umfassendes und gründliches Lehrbuch, „eine systematische und kritische Darstellung der Ultraschallforschung sowie ihrer grundlegenden Gedanken vom Standpunkt des Physikers aus", bei der „überall auch eine Heranführung an die noch offenen Probleme" gegeben wird. Geschichtliche Betrachtungen beleben oft die Darstellung, und überall wird die gegenseitige Beeinflussung von rein physikalischer Forschung und technischer Anwendung deutlich. Die Darstellung gibt stets das Grundsätzliche und das im Laufe der Zeit wesentlich Gewordene klar und genügend ausführlich, läßt aber technische Einzelheiten und überholte Verfahren weg oder deutet sie nur kurz an. Für Spezialstudien bietet ein ganz eingehendes Schrifttumsverzeichnis, zusammen mit einer nach Sachgebieten geordneten Literaturzusammenstellung, einem Sachverzeichnis und einer großen Zahl Diagramme und Tabellen, die dem Buch angefügt sind, brauchbare Anhaltspunkte. Das Kapitel über Wirkungen und technische Anwendungen von Ultraschall bringt außer den schon länger bekannten Anwendungen in der Biologie und in der Kolloidchemie die neue Verwendung des Ultraschalles in der Werkstoffprüfung und -vergütung und die Lichtsteuerung beim Fernsehen und schildert besonders ausführlich die älteste und am weitesten ausgebaute Anwendung des Ultraschalles, nämlich seine Verwendung in der Nachrichtenübermittlung unter Wasser. Durch reichliche Benutzung von Kleindruck werden die zum ersten Kennenlernen des Gebietes entbehrlichen Dinge und auch mathematische und überhaupt mehr theoretische Gedankengänge von dem zunächst Wichtigsten getrennt. Sehr angenehm wird der Leser die häufigen Zusammenfassungen empfinden, die zu Beginn oder auch am Ende längerer Darstellungen eingeschoben sind. Die Güte des Buches wird noch dadurch gehoben, daß seine Ausstattung ganz vorzüglich ist. Viele sehr gute Photographien finden sich; ich erwähne besonders die von Hiedemann und seinen Mitarbeitern mit Hilfe ihrer Ausgestaltung der Schlierenmethode aufgenommenen. *Ernst Zimmer.*

Atlas typischer Nebelkammerbilder mit Einführung in die Wilsonsche Methode. Von Dozent Dr. W. Gentner, Dr. H. Maier-Leibnitz, Prof. Dr. W. Bothe (Institut für Physik im Kaiser Wilhelm-Institut für medizinische Forschung, Heidelberg). V, Mit 125 Seiten und 18 Figuren und 125 Aufnahmen. Berlin: Julius Springer 1940. Preis 21,60 RM; geb. 25,80 RM.

Im ersten Teile des Buches werden der Bau und die Technik der Handhabung von Nebelkammern nebst den notwendigen Zusatzapparaturen knapp und klar, zugleich mit manchen historischen Rückblicken, geschildert. Der zweite Teil bringt dann kennzeichnende Bilder für alle wesentlichen Anwendungen der Wilson-Kammer; zu jedem finden sich nach Möglichkeit die Angaben der wichtigsten Versuchsbedingungen und immer ein ausführlicher, erläuternder Text, der auch dem mit dem Gebiete nicht sehr Vertrauten eine verständliche Anleitung an die Hand gibt, wie man Nebelkammeraufnahmen zu lesen hat. Das Buch bietet mit seinen instruktiven Bildern nicht nur Blicke in die verschiedensten Gebiete der Atomphysik, es ist vielmehr darüber hinaus ein einführender und durch die Bilder leichter als sonst zugänglicher Lehrgang der Physik energiereicher Strahlen (Radioaktivität, Atomkernzerfall, Ultrastrahlung); die Aufnahmen zeigen dem Leser zugleich die hohe Leistungsfähigkeit der Nebelkammermethode. Aber auch der Spezialist wird mit Genuß und Gewinn aus dem Buch „entnehmen, welche besonderen Fragekomplexe der Wilson-Methode vorzugsweise zugänglich sind, und wo die natürlichen Grenzen der Methode liegen".

Aus dem reichen Material, das den Verfassern aus aller Welt zur Verfügung stand, haben sie sehr sorgsam jeweils besonders charakteristische Bilder ausgesucht. Ich will nur einige aus der großen Fülle herausgreifen: Man findet zunächst manche bekannten Bilder, berühmte Erstaufnahmen, wie C. T. R. Wilsons Aufnahmen von α-Teilchen aus dem Jahre 1912, die den charakteristischen Knick bei einer Kernstreuung zeigen, ferner die ersten mit Magnetfeld gekrümmten α-Strahlbahnen von Kapitza aus dem Jahre 1924, Philipps erste Aufnahmen von α-Strahlen großer Reichweite, eine Photographie Curie-Joliots zum Nachweise von Neutronen, Andersons Entdeckung des Positrons und eine Aufnahme eines Mesotrons von Kunze aus dem Jahre 1933. Weiter finden wir schöne, eigene Aufnahmen der Verfasser, z. B. Streuung von β-Strahlen, Bilder von Rückstoßelektronen, Paarerzeugung und Mesotronen. Sehr interessant sind eine Reihe neuester Aufnahmen, so eine Sichtbarmachung der Bahnen schwerer, aus Uran durch Bestrahlung mit Neutronen erhaltener Atom-

trümmer, ferner eine Aufnahme zur experimentellen Prüfung der Neutrinohypothese, und die Photographie eines Luftschauers, die mit zwei in 5 m Abstand stehenden, mit Zählrohren gekoppelten Nebelkammern gemacht ist. Solche Luftschauer zeigen die Existenz von Primärteilchen in der Ultrastrahlung mit dem ungeheuren, bisher noch nie gefundenen Energiebetrag von über 10^{13} eV je Teilchen; sie sind eine Widerlegung der Hypothese, daß die Ultrastrahlen durch Zerstrahlung von Atomkernen entstanden sind, denn selbst die Umwandlung der Masse eines Urankerns in Strahlung würde einen mindestens 50mal zu kleinen Betrag liefern. Unter den vielen bisher noch unveröffentlichten Aufnahmen des Buches sind besonders instruktiv die der Kaskaden- und Explosionsschauer von Fussel. Alle Bilder sind technisch ausgezeichnet wiedergegeben, meist in Originalkopien; die Vergrößerungen sind jedesmal so gehalten, daß das Wesentliche gut gesehen werden kann. Das Studium der Bilder und die Lektüre des Buches sind ein großer Genuß.

Ernst Zimmer.

Einführung in die Theorie der Elektronenoptik. Von Johannes Picht. VIII, 197 Seiten. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1939. Preis brosch. RM. 15,60.

Picht gibt in der vorliegenden Einführung einen systematischen Abriß der allgemeinen Grundlagen der theoretischen Elektronenoptik. Dabei werden in den beiden ersten Kapiteln die elektronenoptischen Gesetze sowohl aus den Bewegungsgleichungen von Korpuskeln im elektrischen und magnetischen Feld als auch aus der Analogie der Korpuskelbahnen zu den Strahlen der geometrischen Lichtoptik in allgemeiner Form gewonnen. Zwei weitere Kapitel sind den Anwendungen auf einzelne Elemente elektronenoptischer Systeme gewidmet (z. B. elektrische und magnetische „Einzellinse", „Immersionslinse" u. a.). Naturgemäß nimmt die Darlegung der Gesetze der Abbildung mittels Paraxialstrahlen den größten Raum ein. Das letzte Kapitel behandelt die Abweichungen von der Paraxialabbildung, größtenteils in engster Anlehnung an die Seidelsche Theorie der Bildfehler der Lichtoptik.

Entsprechend dem Charakter des Buches als „Einführung" hat sich der Verfasser darauf beschränkt, nur die grundsätzlich wichtigen Anwendungsbeispiele zu besprechen, diese dafür aber mit aller mathematischen Gründlichkeit. Die Methoden zur Berechnung der Abbildungseigenschaften der behandelten elektronenoptischen Systeme werden so weit durchgeführt, daß das Buch ein ausreichendes Rüstzeug für alle die darstellt, die sich selbst mit der Berechnung solcher Systeme befassen wollen. Die Darstellung ist klar und lückenlos; sie verlangt jedoch vom Leser mathematische Schulung. Einige instruktive Abbildungen mehr wären gewiß nicht ohne Vorteil gewesen, besonders für solche, denen die Methoden der geometrischen Optik nicht als tägliches Handwerkszeug zur Verfügung stehen.

O. Matossi.

Jahrbuch der AEG-Forschung. Herausgeber W. Petersen und C. Ramsauer. Redaktion H. Bake. Sechster Band. Zweite Lieferung. Juni 1939. 76 Seiten. Berlin: Julius Springer. Preis des ganzen Bandes RM. 15,—.

Die vorliegende Lieferung bietet auf den ersten 48 Seiten in acht Einzeldarstellungen von verschiedenen Verfassern neue Forschungsergebnisse, die die Elektronenbewegung in hochfrequenten Wechselfeldern behandeln. Diese Bewegungen sind dadurch ausgezeichnet, daß die Laufzeit der Elektronen von der gleichen Größenordnung wird wie die Zeit, in der eine merkliche Änderung der Feldstärke des Wechselfeldes erfolgt. Als Beispiele seien genannt: die Elektronenbewegung durch zwei gekreuzte Ablenkfelder (B. Kockel und L. Meyer); die Elektronenlinse, an der Hochfrequenzspannung liegt (A. Recknagel, A. Nesslinger); Der Elektronenvervielfacher (R. Orthuber und A. Recknagel); die Geschwindigkeitsänderungen der Elektronen beim Durchgang durch das Feld eines Ablenkkondensators, an dem eine ultrahochfrequente Wechselspannung liegt (H. Döring) und die Barkhausen-Kurzschwingungen (B. Kockel, B. Mrowka).

In dem weiteren Teil untersucht ein Aufsatz von R. Küchler unter Zugrundelegung praktischer Formeln die Induktivität und Hubkraft einer Zylinderspule mit stabförmigem Eisenkern. G. Dobke behandelt in einer anderen Abhandlung die Dampfdichte im Anodenraum eines Quecksilberdampfgleichrichters und bedient sich dabei eines eigens für diesen Zweck entwickelten Ionisationsmanometers. Mit einem längeren Aufsatz von F. Lüben über die Eignung nickelarmer bzw. nickelfreier Stähle für die Dampfturbinenbeschaufelung schließt die Reihe dieser sehr aufschlußreichen Abhandlungen.

W. Spreen.

Anorganische Chemie. Von Dr. G. Max Ott. (Reinhardts naturwiss. Komp. Bd. 5.) 179 Seiten. München: Ernst Reinhardt 1939. Preis kart. RM. 2,75.

Organische Chemie. Von Dr. G. Max Ott. (Reinhardts naturwiss. Komp. Bd. 6.) 134 Seiten. München: Ernst Reinhardt 1939. Preis kart. RM. 2,50.

Die beiden vorliegenden Bändchen ermöglichen durch ihre Dreiteilung dem Studierenden (auch Schülern der höchsten Klassen von Oberschulen) eine zuverlässige Wiederholung der behandelten Stoffgebiete. Jeder Band besteht aus einem Grundriß, der den Gesamtstoff in systematischer Anordnung ausführlich, aber mit wenig Worten bringt. Es schließt sich ein kurzes Repetitorium an, das schnell eine allgemeine Übersicht über die vorhandenen Kenntnisse vermittelt. In diesem Abschnitt ist daher eine schematische Darstellungsform vom Verfasser gewählt worden. Den Beschluß des Kompendiums bilden die Prüfungsfragen. Sie werden entweder sogleich beantwortet, oder es wird — und das ist meist der Fall — durch Bezifferung auf die betreffenden Seiten des ersten Teils verwiesen, auf denen man die Antwort selbst finden kann. Ich bin überzeugt, daß diese beiden

Kompendien unter denen, die derartigen Werken nicht grundsätzlich ablehnend gegenüberstehen, viele Freunde finden werden, denn sie sind nach Anlage und Stoff vortrefflich. In geeigneten Fällen können sie auch für Schulzwecke durchaus brauchbare Hilfsmittel sein. *G. Mangliers.*

Lehrbuch der organischen Chemie. Von Prof. Dr. Paul Karrer. 6. Aufl., 986 Seiten. Leipzig: Georg Thieme 1939. Preis geb. RM. 34,—, geb. RM. 36,—.

Schon 2 Jahre nach dem Erscheinen der 5. Auflage dieses beliebten Werkes wird die 6. Auflage erforderlich. Diese 6 Auflagen in 10 Jahren — die 1. Auflage erschien 1929 und wurde in dieser Zeitschr. **42**, 237 (1929) besprochen — beweisen den Wert und die Nachfrage nach diesem umfangreichen Lehrbuch der organischen Chemie. Durch die rein wissenschaftliche Betrachtungsweise eignet es sich allerdings an höheren Schulen nur für die Hand des Chemielehrers. Dafür bietet es diesem aber auch ein völlig ausreichendes Nachschlagewerk, dessen Anschaffung für jede Schulbücherei gar nicht dringend genug empfohlen werden kann.

Zu der neuen Auflage wäre zu bemerken, daß die Neuerungen der letzten Jahre selbstverständlich berücksichtigt worden sind. So ist z. B. ein Abschnitt über die für die Konstitutionsbestimmung so wichtigen organischen Deuteriumverbindungen bemerkenswert. Die Tabellen (20 Seiten am Schluß) bringen, wie schon in der letzten Auflage, vorzügliches Material für den Unterricht; leider sind sie über das Jahr 1936 hinaus nicht erneuert worden, und manche vielleicht interessierende statistische Zahl wird vergebens gesucht. Druck und Ausstattung dieses Werkes können kaum besser sein. *G. Mangliers.*

Quantitative chemische Analyse. Von Autenrieth-Rojahn †, durchgesehen von Prof. Dr. O. Keller. 6. Aufl. 256 Seiten mit 14 Abbildungen. Dresden u. Leipzig: Theodor Steinkopff 1939. Preis geb. RM. 11,—.

Das von C. A. Rojahn noch vor seinem Tode fertiggestellte Manuskript wurde von O. Keller im wesentlichen unverändert herausgegeben. Wie bisher ist auch diese Auflage vor allem für die Hand des Apothekers und Nahrungsmittelchemikers bestimmt, aber diese Blickrichtung macht es auch zum begehrenswerten Bestandteil einer Schulbücherei. Der Schulchemiker wird gerade hier manches finden, was er in derartig klarer, knapper Form in anderen Lehrbüchern der quantitativen chemischen Analyse vergeblich suchen wird. So kann z. B. der Abschnitt VII: Chemische Untersuchung des Wassers, unbedingt zur Grundlage einer Arbeitsgemeinschaft über dieses Thema gemacht werden.

Im Vergleich mit früheren Auflagen sind unter Beibehaltung der bewährten Anordnung veraltete Vorschriften durch modernere ersetzt. Ferner wurden theoretische Fragen vom heutigen Stande der Wissenschaft aus behandelt. Das Werk ist jedenfalls so empfehlenswert, daß eine eingehende Besprechung sich im Grunde genommen erübrigt. Die äußere Ausstattung entspricht dem inneren Wert. *G. Mangliers.*

Geometrische Kristallographie und Kristalloptik und deren Arbeitsmethoden. Eine Einführung von Franz Raaz und Hermann Tertsch. IX und 215 Seiten, 260 Textabbildungen. Wien: Julius Springer 1939. Preis brosch. RM. 18,60.

Nach ihren eigenen Worten legen die Verfasser einen neuen Versuch vor, in knappem, für Anfänger geeignetem Rahmen die Grundlagen der Kristallographie darzustellen und darüber hinaus praktische Hinweise auf die Verwertung dieser Grundlagen zu geben. Das Bedürfnis für ein derartiges Werk, das insbesondere auch für diejenigen von Interesse ist, für die die Kristallographie nur eine Hilfswissenschaft bedeutet, ist in der Tat vorhanden, auch, nachdem innerhalb weniger Jahre drei neue Lehrbücher der Mineralogie (mit Kristallographie im allgemeinen Teil) erschienen sind. Es steht inhaltlich dann zwischen diesen letzteren und eingehenderen Handbüchern. (Daß im vorliegenden, vom Vorwort an, „Mineralogie“ und „Kristallographie“ begrifflich häufig durcheinander geworfen werden, verwirrt den Anfänger und ist bedauerlich.) Die praktischen Hinweise betreffen hier allein das Gebiet der mikroskopisch-optischen Kristall- und Mineralbestimmung, und darin liegt auch die Begründung für die zunächst willkürlich erscheinende Auswahl und Zusammenfügung von Kristallmorphologie und Kristalloptik. So müssen sich dann Lücken hier und da störend bemerkbar machen, wenn Beziehungen zu anderen physikalischen Eigenschaften, wie beispielsweise der Spaltbarkeit, zur Sprache kommen müssen, dieselben dann aber nicht näher erläutert werden.

In der genannten Zielsetzung des Buches ist wohl auch der Grund dafür zu suchen, daß die Bearbeitung seiner beiden Teile ungleichwertig ausgefallen ist. Der von F. Raaz geschriebene erste ist keine vollständige „geometrische Kristallographie“, wie man nach dem Titel erwartet. Er unterscheidet sich inhaltlich nicht wesentlich von den entsprechenden Abschnitten der Lehrbücher (Kristallographisches Grundgesetz in seinen verschiedenen Ausdrucksformen, Kristallmessung, Projektionsmethoden, Symmetrie, Ableitung der 32 Klassen, Formenbeschreibung für sie mit Beispielen, Zwillingsbildung). Die mathematische Seite ist zugunsten des rein Anschaulichen fast vollständig unterdrückt, man vermißt jede Anweisung zur Kristallberechnung. Die schöne Herleitung der bekannten parallelperspektivischen Kristallbilder aus der stereographischen Projektion hätte schon dargelegt werden können. Doch auch sonst weist dieser Teil manche, nicht nur didaktische Schwächen und Fehler auf. Begriffliche Unschärfen, bedenkliche Formulierungen allgemeiner Prinzipien und Gesetze wiegen hier doppelt schwer. Z. B. wird das „Raumgitter“ bei seiner ersten Einführung nicht klar definiert; später werden dann unter den 14 Gittern diejenigen, bei denen kein primitives Parallelepiped die Symmetrie des Gitters besitzt (etwa „flächenzentriertes“ und „raumzentriertes“ Würfelgitter), ganz falsch wie aus den anderen „entstanden“ dargestellt, als „Ineinanderstellungen

kongruenter und parallel gestellter Einzelgitter" (in den Beispielen: des einfachen Würfelgitters). „Raumgruppen" und „Raumsysteme" werden verwechselt bzw. einander gleichgesetzt. Überhaupt ist die gewiß schwierige Einbeziehung der Grundlagen der Strukturlehre in ein Buch, das die Darstellung der Makrokristallographie bezweckt, hier nicht ganz gelungen. Es dient dem Anfänger auch nicht, wenn ihm dann komplizierte Figuren vorgeführt werden, ohne daß sie überhaupt näher erläutert werden. An Einzelheiten sei ferner noch das Folgende hervorgehoben: Die synthetische Ableitung der 32 Klassen erfolgt nach dem sonst weniger gebräuchlichen Verfahren der Wiener Schule (Kombination der 5 „Urformen" oder 5 Stufen der Symmetrie mit den verschiedenzähligen Symmetrieachsen). Statt mit Drehspiegelungsachsen wird mit Inversionsachsen gearbeitet — auf die Bedeutung dieses langjährigen Streitpunktes für Theorie und Praxis kann hier nur hingewiesen werden. Lobend zu erwähnen ist die durchgehende Flächenindizierung an den guten und sauberen Kristallzeichnungen.

Die von H. Tertsch übernommene Kristalloptik ist in sehr flüssigem Stil geschrieben und gewinnt durch eine didaktisch sehr ansprechende und geschickte Anordnung des für Anfänger komplizierten Stoffes. Es sei nicht verkannt, wie besonders schwer zu beurteilen ist, ob und wie weit eine knapp gewählte Darstellung für den Anfänger ohne Mangel an Verständnis noch tragbar ist, wobei viele Schwierigkeiten nur geschickt zu umgehen oder höchstens anzudeuten sind. Th. Liebisch in seinem klassischen, in dem ihm eigenen kristallklaren Stil geschriebenen, unerreichten „Grundriß der physikalischen Kristallographie" (Leipzig 1896) umging sie nicht — und fand wenig Verbreitung. Was man bei Tertsch im allgemeinen Teil bei der reichlich kurz gehaltenen Entwicklung der theoretischen Grundlagen vermißt, findet man, sonderlich für die optisch zweiachsigen Kristalle im „praktischen", das „Polarisationsmikroskop" betitelten Abschnitt, in geschicktem Zuschnitt nachgeholt. Die klare Herausstellung von „Strahl" und „Wellennormale" bei der Lichtbewegung gefällt ebenso wie die Beschränkung der Bezugsflächen auf die Indikatrix (der Brechungsquotienten!). Selbst die Beckeschen Skiodromen, jene Darstellung der Schwingungsverhältnisse der beteiligten Wellen auf einer Projektionskugel, werden gebracht und geschickt benutzt. Hervorgehoben sei auch noch die eingehende didaktisch nutzbringende, durch Abbildungen wirksam unterstützte Beschreibung der Achsenbilder im Konoskop und ihrer Bewegungen beim Drehen der Kristallplatte auf dem Mikroskoptisch. Der Abschnitt über die Drehtischmethoden dürfte etwas zu knapp gehalten sein. Die Erörterungen über Kristalle mit optischem Drehungsvermögen sprechen trotz ihrer Kürze ebenso an wie die verhältnismäßig umfangreicheren über die Beeinflussung des optischen Verhaltens von Kristallen durch Änderungen der äußeren Parameter (p, T).

Das Werk ist fast druckfehlerfrei. Das sehr gute Papier läßt die schönen und sauberen Abbildungen besonders gut heraustreten. Der Preis RM 18,60 (brosch.) erreicht allerdings die Grenze des für den gedachten Zweck Erträglichen.

H. Seifert.

Ausführung qualitativer Analysen. Von Prof. Dr. Wilhelm Biltz. 5. erweiterte Auflage, X, 180 Seiten mit 14 Figuren im Text und 1 Tafel. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1939. Preis geb. RM 9,50, brosch. RM 8,50.

Die bekannte ausgezeichnete Anleitung zur qualitativen Analyse, in welcher der Verfasser als Schüler von Clemens Winkler auch ein Kapitel über die Analyse auf trockenem Wege, vor allem über die Lötrohrproben verhältnismäßig breit behandelt, hat sich seit Jahren aufs beste bewährt. Der Studierende lernt gerade bei der Analyse auf trockenem Wege eine Fülle Eigenschaften der Stoffe und Arbeitsweisen kennen, die ihm bei dem rein nassen Analysengang entgehen müssen. Dazu führt der trockene Weg in zahlreichen besonders aufgeführten Fällen oft schneller zum Ziel als der nasse.

Der Anfänger im Lehramt wird aus diesem Buche, besonders aus dem 1. Kapitel über den trockenen Analysengang, sehr viel für seinen auf Schülerübungen aufzubauenden Unterricht lernen können. Im 2. Kapitel wird die Analyse auf nassem Weg, im 3. die Prüfung auf Säuren behandelt. Im Anhang hat der Verfasser zusammen mit Prof. Wilhelm Geilmann eine Reihe Analysenvorschriften für besondere Fälle beschrieben, z. B. für Handelsblei, Aluminium, Eisenlegierungen, Sonderschlacken.

L. Doermer.

Das Wasserglas. Von Dr. H. Mayer. 2. Aufl. 125 Seiten mit 21 Abbildungen. Braunschweig: Friedr. Vieweg und Sohn 1939. Preis brosch. RM 7,20.

Dieses in der Sammlung: „Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik" als Nr. 79 erschienene Bändchen gibt einen guten Überblick über den bisherigen Stand unserer Kenntnisse. Nach einer allgemeinen Einleitung behandelt der Verfasser in 3 Abschnitten die Eigenschaften, die Herstellung und die Verwendung des Wasserglases. Besonders der letzte Abschnitt ist auch für den Unterricht an höheren Schulen von größerem Interesse, da eine Anzahl wichtiger Gewerbe heute Wasserglas in erheblichem Maße verarbeiten, so z. B. Seifenindustrie, Textilindustrie, Papierindustrie, Baugewerbe und Malereigewerbe. Auch für den Flamm- und Korrosionsschutz ist Wasserglas gebräuchlich. Da schon 1933 die Zahl der Arbeiten und Patente über diesen Stoff sich auf etwa 6000 belief, so kann man leicht ermessen, welche Sichtungsarbeit dem Lehrer abgenommen wird, wenn er dieses Büchlein etwa zur Grundlage einer Arbeitsgemeinschaft macht. Die Aufnahme dieser Abhandlung in die chemischen Büchereien kann daher empfohlen werden.

G. Mangliers.