

Versuche mit Selengleichrichtern und Selensperrschichtphotozellen.

Von Professor Dr. Ludwig Bergmann in Breslau.

In den letzten Jahren haben zwei neue Apparate eine vielseitige Anwendung in der Technik gefunden. Es sind dies ein neuartiger Gleichrichter, der unter dem Namen Trockengleichrichter oder Metallgleichrichter bekannt geworden ist und in der Wechselstromtechnik zur Gleichrichtung niederfrequenter Wechselströme eine mannigfache Verwendung findet, sowie eine neue Form einer Photozelle, die als Sperrschichtphotozelle bezeichnet und gleichfalls in verschiedenen Ausführungen auf vielen Gebieten mit Erfolg benutzt wird. Beide Anordnungen haben gegenüber ähnlichen bisher bekannten Vorrichtungen große Vorteile. So arbeitet der neue Gleichrichter ohne rotierende Teile, ohne die Verwendung eines flüssigen Elektrolyten und ohne die Benutzung einer glühelektrischen Entladung. Auch die neue Photozelle unterscheidet sich von anderen lichtelektrischen Zellen dadurch, daß sie ohne jede Hilfsspannung arbeitet und der lichtelektrische Vorgang nicht in einem gasgefüllten oder hochevakuierten Gefäß sich abspielt. Vielmehr bestehen beide Apparate nur aus metallischen Platten, die fast unzerstörbar und gegen Überlastung nahezu unempfindlich sind. Gerade diese Eigenschaften machen beide Apparate auch für viele Unterrichtsversuche sehr brauchbar. So lassen sich z. B. mit den Gleichrichterplatten die verschiedenen Schaltungen zur Gleichrichtung von Wechselströmen unter Benutzung einfacher Zeigerinstrumente mit niedergespanntem Wechselstrom in übersichtlicher Form demonstrieren. Mit der Sperrschichtphotozelle lassen sich ebenfalls unter Benutzung einfacher Zeigerinstrumente die prinzipiellen Eigenschaften einer Photozelle zeigen und die vielseitige Anwendung derartiger Zellen mit verhältnismäßig einfachem Apparatenaufwand vorführen. Eine Reihe solcher Versuche will ich weiter unten ausführlich beschreiben. Zunächst gehe ich kurz auf die physikalischen Vorgänge bei beiden Apparaten etwas näher ein, soweit dies zum Verständnis für die Versuche notwendig ist.

I. Der Metallgleichrichter.

Der Metallgleichrichter wurde von dem Amerikaner L. O. GRONDAHL entdeckt. Überzieht man eine Kupferplatte durch vorsichtiges Erhitzen auf einer Seite mit einer dünnen Schicht Kupferoxydul, so bildet sich an der Grenze zwischen Kupfer und dem aufgewachsenen Kupferoxydul, also zwischen dem Metall Kupfer und dem kristallinen Halbleiter Kupferoxydul, eine Sperrschicht aus, die eine unipolare Leitfähigkeit besitzt. Legt man an die Kupferplatte den negativen Pol einer Batterie, während man die Kupferoxydulschicht durch eine aufgedrückte Metallektrode mit dem positiven Pol verbindet, so fließt durch die Platte ein elektrischer Strom, während dies bei Vertauschung der Pole, also bei Umkehr der Stromrichtung, nicht oder nur in außerordentlich geringem Maße eintritt. Im ersten Fall hat die Platte einen Widerstand von nur wenigen Ohm, im letzteren einen solchen von einigen hundert bis tausend Ohm. Es können also Elektronen leicht vom Kupfer in das aufgewachsene Kupferoxydul übertreten, während ein Übergang in umgekehrter Richtung nur sehr schwer stattfindet. Im folgenden soll als Stromrichtung stets die Richtung des Elektronenstromes

angegeben werden. Es liegt dann also die Sperrichtung der Platte in Richtung Kupferoxydul—Kupfer. In der Fig. 1 ist die Strom-Spannungscharakteristik einer solchen Kupfer-Kupferoxydulplatte durch die Kurve *a* wiedergegeben; in der Fig. 1 ist zu beachten, daß der Maßstab auf der positiven und negativen Ordinate im Verhältnis 1 : 10 gewählt ist. Legt man nun eine solche Platte in einen Wechselstromkreis, so wird nur die eine Phase des Wechselstromes bevorzugt durchgelassen, während die andere Phase

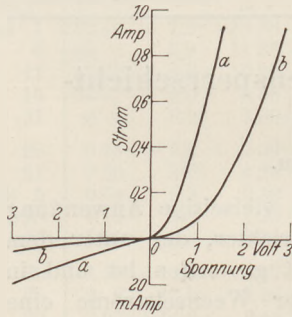


Fig. 1.
Strom-Spannungscharakteristik
einer Kupferoxydul- (a) und einer
Selengleichrichterplatte (b).

fast völlig abgesperrt ist. Es findet also eine Gleichrichtung des Wechselstromes statt. Auf welche Weise die unipolare Sperrwirkung an der Grenze Kupfer-Kupferoxydul im einzelnen zustandekommt, ist trotz einer großen Anzahl diesbezüglicher Untersuchungen einwandfrei noch nicht geklärt. Es würde zu weit führen, hier auf die verschiedenen Theorien näher einzugehen¹.

Außer zwischen Kupfer und Kupferoxydul tritt ein solcher Gleichrichtereffekt in ausgeprägtem Maße beim Selen auf. Diese sog. Selengleichrichter sind in Deutschland von der Süddeutschen Apparatefabrik in Nürnberg in den letzten Jahren entwickelt worden. Auf eine Eisenplatte ist Selen aufgeschmolzen. Das zunächst elektrisch nicht leitende amorphe Selen wird durch eine längere Wärmebehandlung in die graue, elektrisch leitende, kristalline Modifikation übergeführt. Gegen die Selenoberfläche wird entweder eine Bleielektrode angepreßt, oder es wird als Ableitelektrode eine Bleilegierung aufgespritzt. Zwischen dieser Elektrode und der Selenoberfläche, also wieder zwischen Metall und kristallinem Halbleiter, bildet sich die unipolarleitende Sperrschicht aus, und zwar wirkt diese wieder so, daß Elektronen zwar vom aufgespritzten Metall in das Selen übertreten können, nicht aber in umgekehrter Richtung aus dem Selen in die Metallelektrode. Die Strom-Spannungscharakteristik ist in Fig. 1 durch die Kurve *b* wiedergegeben. Eine solche Selengleichrichterplatte sperrt noch Spannungen bis zu 16 Volt ab, die maximale Strombelastung darf 8 Milliamp./cm² betragen, ohne daß schädliche Erwärmungen auftreten. Die analogen Werte schwanken bei der Kupferoxydulgleichrichterplatte je nach der Art der Herstellung um 3 Volt und 10 Milliamp./cm². Sollen nun höhere Spannungen als die angegebenen maximalen Sperrspannungen gleichgerichtet werden, so müssen mehrere Gleichrichterplatten hintereinander geschaltet werden, wie dies z. B. aus der Fig. 2 zu ersehen ist, bei der 17 Ventilplatten zur Erreichung einer Gleichspannung von 160 Volt hintereinandergeschaltet sind. Zur Gleichrichtung größerer Stromstärken müssen entsprechend mehrere einzelne Gleichrichterelemente parallel geschaltet werden. Die Selengleichrichterplatten, mit denen sich die unten beschriebenen Versuche ausführen lassen, haben einen Durchmesser von 45 mm und vertragen eine Strombelastung von 0,1 Amp.

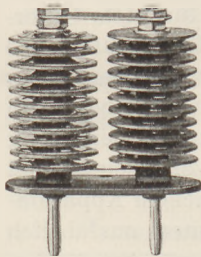


Fig. 2. Selengleichrichterelement
mit 22 Ventilplatten.

II. Die Sperrschichtphotozelle.

In engem Zusammenhang mit diesen Trockengleichrichtern steht der andere Apparat, die Sperrschichtphotozelle. Wie schon der Name sagt, ist die oben beschriebene Sperrschicht zwischen einem Metall und einem Halbleiter das Ausschlaggebende, und zwar tritt bei Belichtung dieser Sperrschicht ein Photostrom auf. Diese Erscheinung fand zuerst am Kupferoxydulgleichrichter P. H. GEIGER in Amerika 1926². Beleuchtet

¹ Eine zusammenfassende Darstellung aller diesbezüglichen Arbeiten befindet sich z. B. bei H. TEICHMANN: Das elektrische Verhalten von Grenzschichten. Ann. Physik 13, 649 (1932).

² Eine ausführliche Literaturzusammenstellung findet sich in dem Buch: R. FLEISCHER und H. TEICHMANN: Die lichtelektrische Zelle. Dresden 1931.

man eine Kupferoxydulgleichrichterplatte durch die Kupferoxydulschicht hindurch, so daß Licht an die Grenzschicht zwischen Kupfer und Kupferoxydul gelangt, so werden an dieser Grenzschicht im Kupferoxydul Elektronen lichtelektrisch ausgelöst und springen infolge der ihnen vom Licht erteilten kinetischen Energie über die Sperrschicht hinweg nach dem Kupfer. Diese Elektronen können zwar vom Kupfer direkt nach dem Kupferoxydul in der Flußrichtung zurückströmen; bildet man aber einen äußeren Stromkreis von der Kupferplatte nach einer ringförmigen, auf die Oberfläche der Kupferoxydulschicht aufgebrachtene Elektrode, so fließt der größte Teil der lichtelektrisch ausgelösten Elektronen durch diesen äußeren Stromkreis zurück, da dessen Widerstand im allgemeinen kleiner ist als der Übergangswiderstand durch die Grenzschicht zwischen Kupfer und Kupferoxydul. Dieser Vorgang ist in der Fig. 3 schematisch wiedergegeben. Die Pfeilrichtung in der

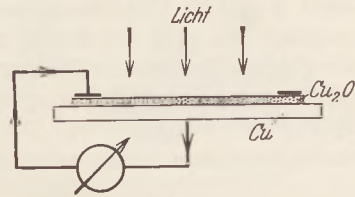


Fig. 3. Schema einer Cu_2O -Hinterwand-Photozelle.

Leitungsbahn gibt die Richtung des Photoelektronenstromes im äußeren Kreis an. Da dieser Effekt an der Rückseite der belichteten Platte erfolgt, wird er Hinterwandeffekt genannt. In Deutschland wurde diese Erscheinung von B. LANGE 1929 entdeckt. W. SCHOTTKY und E. DUHME gelang es, auf kristalline Kupferoxydulplatten dünne, lichtdurchlässige Metallhäute, z. B. aus Silber, so aufzubringen, daß sich zwischen diesen Metallhäuten und der Kupferoxyduloberfläche ebenfalls eine Sperrschicht ausbildete. Belichtet man eine derartige Platte durch die dünne Metallhaut hindurch, so treten die an der Kupferoxyduloberfläche lichtelektrisch ausgelösten Elektronen in die aufgebraute Metallelektrode über und liefern in einem äußeren Stromkreis einen Photoelektronenstrom, wie es die Fig. 4 schematisch zeigt. Dieser Effekt wird Vorderwandeffekt genannt. Da im Gegensatz zur Kupferoxydul-Hinterwandzelle das Licht nur die dünne Metallhaut zu durchdringen hat, ist die lichtelektrische Ausbeute wesentlich größer. Hinzu kommt noch, daß bei der Vorderwand-

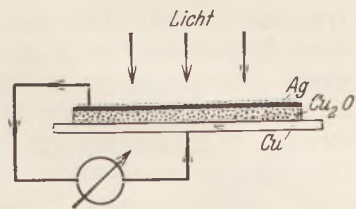


Fig. 4. Schema einer Cu_2O -Vorderwand-Photozelle.

zelle das Maximum der spektralen Empfindlichkeit im Sichtbaren liegt, während bei der Hinterwandzelle infolge der Filterwirkung des rot durchscheinenden Kupferoxyduls das Maximum der spektralen Empfindlichkeit im Rot bzw. im Ultrarot liegt. In der Fig. 5 zeigen die Kurven *a* und *b* die spektrale Empfindlichkeit einer Kupferoxydul-Hinterwand- bzw. Vorderwandzelle, bezogen auf ein energiegleiches Spektrum, wobei aber zu beachten ist, daß die Kurvenmaßstäbe so gewählt sind, daß die Maxima den Wert Eins erreichen. Bei Beleuchtung mit weißem Licht beträgt die Empfindlichkeit einer Hinterwandzelle etwa 10^{-9} Amp.-Lux/cm², während die Vorderwandzelle den Wert $5 \cdot 10^{-9}$ Amp.-Lux/cm² erreicht.

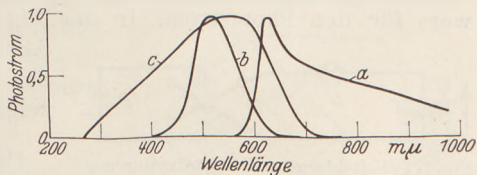


Fig. 5. Spektrale Empfindlichkeit einer Cu_2O -Hinterwandzelle (*a*), einer Cu_2O -Vorderwandzelle (*b*) und einer Selensperrschichtzelle (*c*) bezogen auf ein energiegleiches Spektrum. Die Maxima der Kurven sind gleich Eins gesetzt.

Ganz analog wie bei der Kupferoxydulgleichrichterplatte, aber wesentlich günstiger in bezug auf die Gesamtempfindlichkeit und die spektrale Verteilung der Empfindlichkeit, findet sich auch bei der Selengleichrichterplatte ein Sperrschichtphotoeffekt. Dies hat zuerst L. BERGMANN 1931 gezeigt. Statt der aufgespritzten Metallelektrode beim Selengleichrichter wird auf die Selenoberfläche eine dünne, gut lichtdurchlässige Metallhaut, z. B. Platin oder Gold, durch Kathodenzerstäubung aufgebracht. Wird durch diese Metallhaut die Selenoberfläche belichtet, so treten die im Selen lichtelektrisch ausgelösten Elektronen über die Sperrschicht zur Metallhaut über und fließen in einem äußeren Stromkreis als Photoelektronenstrom

zur Eisenplatte und durch das Selen zu ihrem Entstehungsort zurück, wie es Fig. 6 schematisch angibt. Wir haben es also mit einer Vorderwandzelle zu tun. Die spektrale Empfindlichkeit einer derartigen Selensperrschichtphotozelle, wie sie heute in der Ausführung der Fig. 7 von der Süddeutschen Apparatefabrik gebaut wird, zeigt die Kurve c in Fig. 5. Man erkennt den außerordentlich günstigen Verlauf, der das ganze sichtbare Spektrum umfaßt. Darüber hinaus ist aber die Zelle auch noch im Ultraviolett sowie für Röntgenstrahlen empfindlich. Bei Belichtung mit weißem Licht beträgt die Empfindlichkeit der Zelle etwa $3 \cdot 10^{-8}$ Amp.-Lux/cm². Die bei intensiver Belichtung erreichbare Photospannung beträgt 0,2 bis 0,3 Volt. Die für die folgenden Versuche benutzten Zellen haben eine wirksame Oberfläche

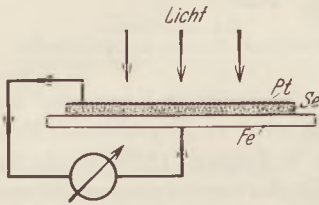


Fig. 6. Schema einer Selensperrschichtphotozelle.



Fig. 7. Ansicht einer Selensperrschichtphotozelle.

von etwa 10 cm². Diese Zellen liefern z. B. bei intensiver Sonnenbestrahlung etwa 30 Milliampere Photostrom. Infolge dieser großen Empfindlichkeit eignen sie sich ausgezeichnet zur Photometrierung von Lichtquellen, da in den meisten Fällen zum Nachweis des Photostromes gewöhnliche Zeigermeßinstrumente benutzt werden können. Hierbei ist aber folgendes zu beachten: Die Anzahl der lichtelektrisch ausgelösten Elektronen ist der Intensität des einfallenden Lichtes proportional. Der vom Meßinstrument angezeigte Elektronenstrom ist aber bei hohen Belichtungsintensitäten nur dann der einfallenden Lichtstärke proportional, wenn der OHMSche Widerstand des äußeren Stromkreises verschwindend klein ist. Ist dies nicht der Fall, so tritt an dem äußeren Widerstand ein Spannungsabfall ein, der als entgegengerichtete elektromotorische Kraft auf die austretenden Elektronen bremsend einwirkt, wodurch der Photostrom absinkt. Mit zunehmender Belichtung ergibt sich so schließlich bei vorhandenem äußeren Widerstand ein Sättigungswert für den Photostrom. In der Fig. 8 sind einige Kurven wiedergegeben, die die

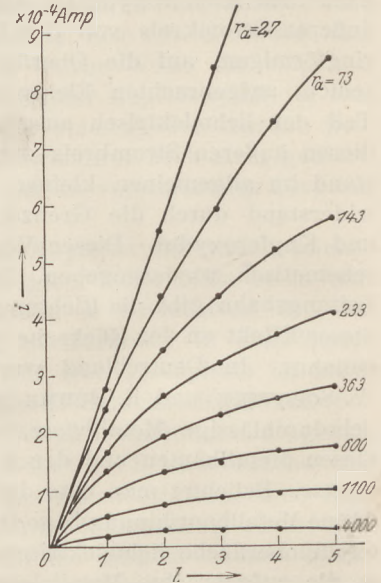


Fig. 8. Abhängigkeit des Photostromes i von der Belichtung l bei verschiedenen Außenwiderständen r_a .

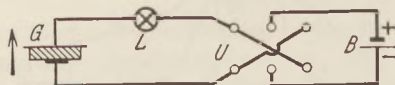


Fig. 9. Schaltskizze zur Demonstration der Gleichrichterwirkung der Kombination Selen-Metall.

Eine Gleichrichterplatte G wird, wie es Fig. 9 zeigt, mit einer Taschenlampenbirne L (2 bis 4 Volt) in Reihe geschaltet und über einen Stromwender U mit einer Batterie B von 4 Volt verbunden. Die Fig. 10 zeigt den Versuchsaufbau. Die Glühlampe leuchtet nur auf, wenn der Pluspol der Batterie an der Trägerplatte der Selenschicht, der Minuspol an der aufgespritzten Metallelektrode liegt. Polt man mit dem Stromwender

III. Versuche mit Selengleichrichtern¹.

1. Demonstration der Gleichrichterwirkung der Kombination Selen-Metall.

¹ Die Firma Max Kohl A.G. in Chemnitz liefert die zu den Versuchen notwendigen Gleichrichterplatten und Selenphotozellen in geeigneten Fassungen. Diese Firma hat auch in sehr schöner Form eine Zusammenstellung sämtlicher Einzelapparate herausgebracht, die bei den folgenden Versuchen benutzt werden.

um, so verlischt die Lampe und zeigt dadurch die eintretende Sperrwirkung an. Die in Fig. 9 und den folgenden Schaltbildern neben den Gleichrichterplatten eingezeichneten Pfeile geben die Durchlaßrichtung für Elektronen an.

2. Aufnahme der Strom-Spannungscharakteristik der Selen-gleichrichterplatte. Eine Gleichrichterplatte G ist über einen Stromwender U und ein Drehspulamperemeter A (Meßbereich 0 bis 0,5 Amp.) mit einem Potentiometer P verbunden, das an eine 4-Volt-batterie B angeschlossen ist (Fig. 11). Parallel zum Potentiometer liegt das Drehspulvoltmeter V (Meßbereich 0 bis 2 Volt).

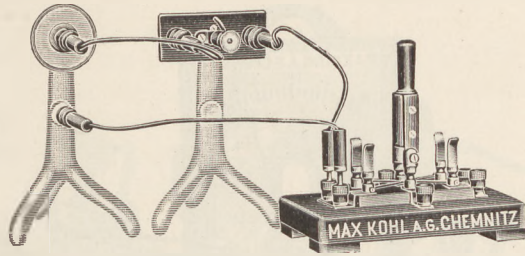


Fig. 10. Aufbau der Versuchsanordnung zur Demonstration der Gleichrichterwirkung.

Trägt man zu verschiedenen Spannungswerten die durch die Gleichrichterplatte fließenden Stromstärken als Ordinaten auf,

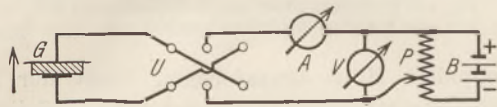


Fig. 11. Schaltbild zur Aufnahme der Strom-Spannungscharakteristik einer Gleichrichterplatte.

3. Anwendung der Gleichrichterwirkung zur Gleichrichtung von Wechselströmen. a) Einweg-Schaltung.

An die Sekundärseite eines Klingeltransformators T , der die Netzspannung von 110 bzw. 220 Volt auf etwa 4 Volt heruntertransformiert, ist entsprechend der Fig. 12 über ein Drehspulamperemeter A (Meßbereich 0 bis 0,5 Amp.) und einen Regulierwiderstand W , der als Verbraucher dient, die Gleichrichterplatte G angeschlossen. Parallel zum Widerstand W kann ein Gleichstromvoltmeter angeschaltet werden. In dieser Schaltung wird nur eine Phase des Wechselstromes von der Gleichrichterzelle durchgelassen, die andere dagegen unterdrückt. Es ist zweckmäßig, parallel zum Voltmeter einen größeren Blockkondensator (1 bis 2 MF) parallelzuschalten, um die pulsierende Gleichspannung zu glätten.

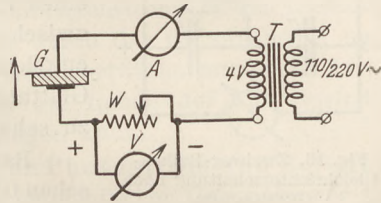


Fig. 12. Einweg-Gleichrichterschaltung.

b) Zweiweg-Gegentaktschaltung. Hierzu ist ein Transformator notwendig, dessen Sekundärwicklung in der Mitte eine Anzapfung besitzt. Für einen Demonstrationsversuch läßt sich jedoch diese Anzapfung durch ein zur Sekundärseite des Transformators parallelgeschaltetes Potentiometer P herstellen, wie es in der Fig. 13 angegeben ist. Aus dieser Schalt-skizze geht auch deutlich die Anschaltung der beiden Gleichrichterplatten G , sowie des Amperemeters A , des Voltmeters V und des Verbrauchswiderstandes W hervor. Man sieht leicht ein, daß in dieser Schaltung beide Phasen des Wechselstromes gleichgerichtet werden.

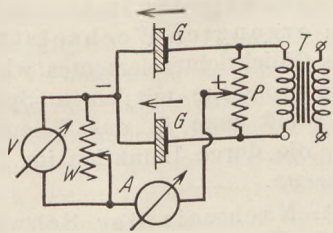


Fig. 13. Zweiweg-Gegentakt-Gleichrichterschaltung.

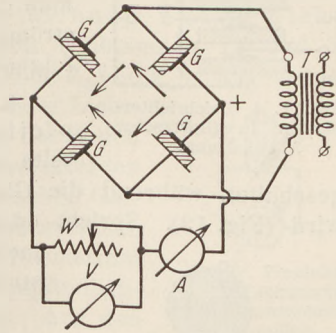


Fig. 14. GRÄTZSCHE Gleichrichterschaltung.

c) GRÄTZSCHE Schaltung. Zu dieser Schaltung sind vier gleiche Gleichrichter-

platten notwendig, die entsprechend der Fig. 14 mit den Meßinstrumenten und dem Verbrauchswiderstand zusammenschalten sind. Den Aufbau zeigt die Fig. 15. Auch in dieser Schaltung werden beide Phasen des Wechselstromes gleichgerichtet. Schaltet

man bei den soeben besprochenen Gleichrichteranordnungen in Reihe mit dem Widerstand einen Akkumulator, so kann dieser aus dem Wechselstromnetz aufgeladen werden.

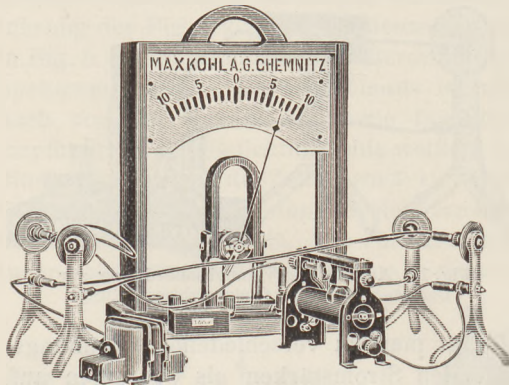


Fig. 15. Versuchsaufbau zur Demonstration der Grätzschen Gleichrichterschaltung.

doppelter Höhe umzuformen. Statt der beiden in Fig. 16 angedeuteten einzelnen Gleichrichterplatten G müssen dann natürlich zwei Sätze von hintereinandergeschalteten

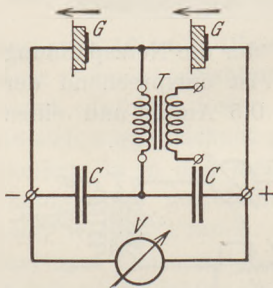


Fig. 16. Zweiweg-Reihengleichrichterschaltung nach GREINACHER.

Ventilplatten benutzt werden, wobei sich die Zahl der Platten nach der Höhe der gleichzurichtenden Wechselspannung richtet. Beide Gleichrichtersätze können auch in einem Plattensatz vereint sein, wenn ein Mittelkontakt vorgesehen ist¹. Die Wechselspannung des Netzes wird dann ohne Zwischenschaltung eines Transformators an diesen Mittelkontakt und an die Mitte zwischen den beiden Kondensatoren C angelegt. Auch hier empfiehlt es sich, parallel zu den Gleichstromklemmen zur Glättung der Gleichspannung einen größeren Blockkondensator zu schalten.

Baut man die in Versuch 3c zur Herstellung der Grätzschen Gleichrichterschaltung benutzten vier Gleichrichterplatten in geeigneter Weise zusammen, wie es Fig. 17 zeigt, so erhält man ein sehr handliches Gleichrichterelement; die Fig. 18 zeigt die Ausführung eines solchen für eine Strombelastung bis 60 Milliampere, wie es die Süddeutsche Apparatefabrik herstellt. Verbindet man ein solches Gleichrichterelement mit einem empfindlichen Gleichstrommeßinstrument, so erhält man damit eine Anordnung, die die Messung schwacher Wechselströme in einfachster Weise ermöglicht. Dies sollen die beiden folgenden Versuche zeigen.

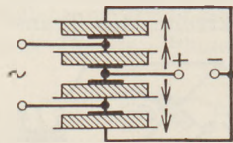


Fig. 17. 4 Gleichrichterplatten in Grätzscher Schaltung.

4. Nachweis der in einem Telephone durch Hineinpfeifen erzeugten Wechselströme. An die Wechselstromseite des Gleichrichterelementes wird ein hochohmiges Telephone geschaltet, während die Gleichstromseite mit einem Spiegelgalvanometer verbunden wird (Fig. 19). Spricht oder pfeift man in das Telephone, so zeigt das Galvanometer die durch Induktion im Telephone erzeugten Wechselströme an.



Fig. 18. Gleichrichterelement mit 4 Gleichrichterplatten in Grätzscher Schaltung.

¹ Solche Gleichrichtersätze werden von der S.A.F. in Nürnberg, der ich die Figg. 2, 7 und 18 verdanke, in verschiedener Ausführung hergestellt.

5. Nachweis der Schwingungen einer Stimmgabel. Die Versuchsanordnung ist die gleiche wie in Versuch 4. Die Telephonemembran wird entfernt und dem Magnetssystem des Telefons eine schwingende Stimmgabel genähert.

Die durch Induktion in den Telephonspulen erzeugten Wechselströme ergeben am Spiegelgalvanometer einen Ausschlag, der allmählich zurückgeht und das langsame Abklingen der Stimmgabelschwingungen deutlich zeigt. Statt das Telephon direkt an das Gleichrichterelement anzuschalten, kann ein Niederfrequenzverstärker zwischengeschaltet werden. Das Gleichrichterelement wird dann über einen Ausgangstransformator an die letzte Röhre des Verstärkers angeschlossen, und das Spiegelgalvanometer kann durch ein Milliampereometer mit Zeigerablesung ersetzt werden. Mit einer solchen Anordnung lassen sich noch sehr schwache Wechselströme auch quantitativ messen.

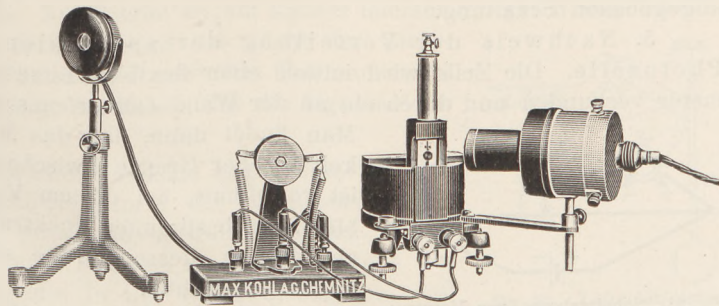


Fig. 19. Aufbau der Versuchsanordnung zum Nachweis der in einem Telephon induzierten Wechselströme.

IV. Versuche mit Selensperrschichtphotozellen.

1. Nachweis des lichtelektrischen Effektes an der Selengleichrichterplatte. Eine Gleichrichterplatte wird mit einem Galvanometer (Empfindlichkeit 10^{-6} bis 10^{-7} Amp.) verbunden, indem der Minuspol des Galvanometers mit der aufgespritzten Metallelektrode verbunden wird. Belichtet man nun die Gleichrichterplatte auf der Seite der aufgespritzten Elektrode mit einer Liliputbogenlampe oder einer hochkerzigen Glühlampe, so entsteht ein Photoelektronenstrom, dessen Richtung, wie oben beschrieben wurde, von der Metallelektrode durch das Galvanometer nach der rückseitigen Eisenplatte geht. Tastet man die Plattenoberfläche mit einem Lichtpunkt ab, so findet man die größte Empfindlichkeit am Rande der aufgespritzten Schicht, wo das Licht am besten in das Selen eindringen kann.

2. Nachweis der Proportionalität zwischen Photostrom und Beleuchtungsstärke. Eine Selenphotozelle wird mit einem empfindlichen Galvanometer mit möglichst geringem Eigenwiderstand verbunden und in einer bestimmten Entfernung von einer möglichst punktförmigen Lichtquelle (Projektionsglühlampe) aufgestellt. Verändert man die Entfernung zwischen Lichtquelle und Zelle auf den halben bzw. doppelten Betrag, so geht der Photostrom auf den vierfachen Betrag herauf bzw. auf den vierten Teil herunter.

3. Die Photozelle als Photometer zur Vergleichung zweier Lichtquellen. Zwischen zwei miteinander zu vergleichenden Glühlampen L_1 und L_2 werden auf einer optischen Bank verschiebbar zwei Photozellen Z_1 und Z_2 so angeordnet, daß die Zellen mit ihrer Rückseite aufeinanderliegen und jeder Lichtquelle eine Zelle zugekehrt ist (Fig. 20). Die Trägerplatten der Zellen (+-Pole) werden miteinander verbunden, die beiden Vorderelektroden (-Pole) mit einem als Nullinstrument dienenden empfindlichen Galvanometer verbunden. Verschiebt man jetzt die beiden Zellen zwischen den Lichtquellen, so erhält man eine Stellung, für die der Photostrom Null wird. Dies ist der Fall, wenn bei gleicher Zellenempfindlichkeit beide Zellen mit gleicher Intensität beleuchtet werden. Aus den noch zu messenden Entfernungen Zellen—Lichtquellen, läßt sich in bekannter Weise das Verhältnis der Helligkeiten angeben. Sind die beiden Zellen in dieser Differentialschaltung nicht völlig gleich in ihrer Empfindlichkeit, so ergibt sich zunächst ein falscher Wert. Nach Drehung der Zellen um 180° macht man eine neue Messung und bildet aus beiden Messungen den Mittelwert.



Fig. 20. Vergleich zweier Lichtquellen mittels Sperrschicht-Photozellen.

4. Messung der an der belichteten Zelle auftretenden Photospannung. Diese Messung geschieht nach der Methode von DU BOIS-REYMOND in der in Fig. 21 angegebenen Schaltung.

5. Nachweis der Verteilung der spektralen Empfindlichkeit der Photozelle. Die Zelle wird mittels einer flexiblen Litze mit einem Spiegelgalvanometer verbunden und durch ein an der Wand entworfenes Spektrum hindurchgeführt.

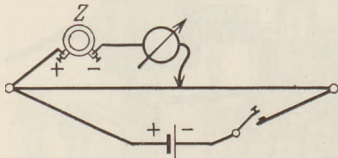


Fig. 21. Schalterschema zur Messung der Photospannung.

Man findet dann, daß das Maximum der Empfindlichkeit an der Grenze zwischen Rot und Gelb liegt. Es ist vorteilhaft, bei diesem Versuch die Zelle zur Ausblendung bestimmter Spektralbereiche mit einem Spalt abzudecken, dessen Breite sich nach der Länge des Spektrums richtet.

6. Demonstration der Trägheitslosigkeit des Photostromes. Die Selenphotozelle wird an einen Röhrenverstärker über einen Eingangstransformator (Übersetzungsverhältnis 1:4 bis 1:6) angeschlossen und ein Lautsprecher an den Ausgang des Verstärkers angelegt. Belichtet man jetzt die Zelle mit intermittierendem Licht, das man durch eine vor der Zelle rotierenden Lochscheibe erhält, so hört man im Lautsprecher einen Ton, dessen Frequenz mit der Unterbrechungsfrequenz des Lichtes übereinstimmt. Diese Anordnung kann bei hinreichender Verstärkung als Tongenerator dienen und zeigt ferner im Prinzip die Verwendung der Photozelle beim Tonfilm.

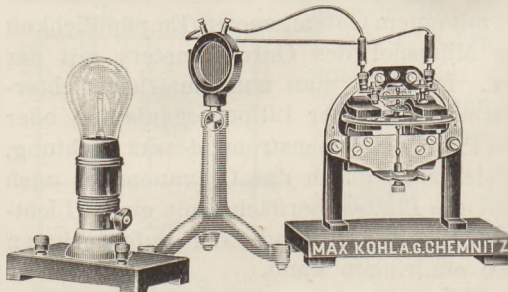


Fig. 22. Selenphotozelle in Verbindung mit Gleichstrommotor.

Belichtet man die Zelle mit einer Glüh- oder Glimmlampe, die mit Wechselstrom betrieben wird, so lassen sich mit der gleichen Versuchsanordnung die mit der Frequenz des Wechselstromes erfolgenden periodischen Helligkeitsschwankungen durch einen Ton im Lautsprecher nachweisen.

7. Demonstration der Umsetzung von Lichtenergie in mechanische Energie. Die Selenphotozelle liefert bereits bei Belichtung mit einer 40-Watt-Glühlampe Photoströme, mit denen sich ein kleiner empfindlicher Elektromotor betreiben läßt. Als Motor eignet sich für diese Zwecke am besten ein Zählermotor aus einem kleinen Gleichstromzähler. In der Fig. 22 ist ein solcher Motor neben der Photozelle abgebildet.

8. Verwendung der Photozelle als Lichtrelais zur Inbetriebsetzung einer Alarm- oder Lichtanlage. a) *In Arbeitsschaltung*: Entsprechend dem Schaltbild Fig. 23 wird die Photozelle *Z* mit einem empfindlichen Kontaktrelais *R* verbunden, in dessen Arbeitskreis eine elektrische Glocke *G* mit Batterie *B* liegt. Bei Belichtung der Zelle schließt das Relais den Kontakt in diesem Kreis, so daß die Glocke ertönt. Damit die Anordnung auf kleine Belichtungen anspricht, ist die Verwendung eines hochempfindlichen Drehspulrelais notwendig, das bereits bei Strömen von 10^{-4} Amp. anspricht.

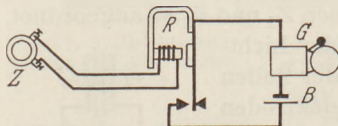


Fig. 23. Schaltbild zur Verwendung der Photozelle als Lichtrelais.

b) *In Ruheschaltung*: Die Versuchsanordnung unterscheidet sich von der Schaltung in Versuch 8a nur dadurch, daß in der Ruhelage der Relaiskontakt geschlossen ist und erst bei Belichtung der Zelle der Stromkreis geöffnet wird. Eine praktische Anwendung finden diese Versuche z. B. bei der In- bzw. Außerbetriebsetzung der Straßenbeleuchtung durch einsetzende bzw. verschwindende Dunkelheit.

9. Reibungslose Übertragung von Pendelschwingungen auf eine Signalanlage. Es ist häufig erwünscht, die Schläge einer Sekundenuhr auf eine

Signalanlage zu übertragen, ohne dabei den Gang der Uhr durch Anbringen mechanischer Kontakte zu beeinflussen. Dies gelingt nun, wie es schematisch die Fig. 24 zeigt, mittels der Photozelle. Am Pendel ist ein kleiner leichter Spiegel S angebracht. Bei Durchgang durch die Nulllage wird das Licht der Lichtquelle Q kurzzeitig auf die Photozelle Z geworfen. Der momentan entstehende Photostrom betätigt ein Relais, das die Signalanlage in Betrieb setzt.

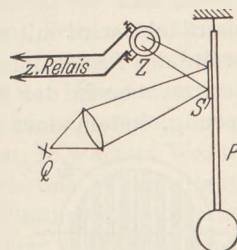


Fig. 24. Lichtelektrische Übertragung von Pendelschwingungen auf eine Signalanlage.

Zum Schluß seien noch zwei Versuche angegeben, die sich mit einer besonderen Ausführungsform der Selensperrschichtphotozelle, der sog. Differentialzelle, ausführen lassen. Diese Differentialzelle ist nach Versuchen von L. BERGMANN aus der normalen Sperrschichtphotozelle in der Weise entstanden, daß die lichtdurchlässige Metallhaut sowie die Selen-schicht bis zur Trägerplatte durch einen Schnitt in zwei Hälften geteilt wurde, wie es Fig. 25 in Aufsicht und Querschnitt zeigt. a ist die Trägerplatte, b_1 und b_2 sind die beiden Selenhälften, c_1 und c_2 die beiden Hälften der Metallhaut. Durch den Schnitt befinden sich jetzt auf der gemeinsamen Trägerplatte zwei Photozellen dicht nebeneinander. Wird an c_1 und c_2 ein Galvanometer angeschlossen, so tritt ein Photostrom nur auf, wenn beide Zellenhälften verschieden stark belichtet werden. Die Zelle kann also mit Vorteil dazu verwendet werden, kleine Helligkeitsunterschiede festzustellen. Durch Parallelschaltung von Widerständen W_1 und W_2 zu beiden Zellenhälften lassen sich die Zellenhälften auch elektrisch aufeinander abgleichen.

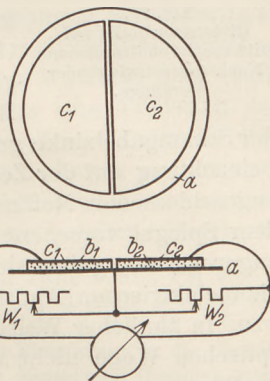


Fig. 25. Schema der Differential-Sperrschichtphotozelle.

10. Elektrisches Fernmanometer unter Benutzung der Differentialzelle. Projiziert man ein Flüssigkeitsmanometer mit undurchsichtiger Flüssigkeit so auf die Zelle, daß je ein Manometerschenkel auf eine Zellenhälfte fällt, wie es Fig. 26 zeigt, so tritt bei einem Druckunterschied im Manometer auf der Zelle eine Helligkeitsdifferenz auf, die einen Ausschlag am Galvanometer zur Folge hat. Da dieser Ausschlag proportional der Druckdifferenz ist, ergibt sich so ein empfindliches Fernmanometer.



Fig. 26. Differential-Photozelle in Verbindung mit Flüssigkeitsmanometer.

11. Nachweis schwingender Bewegungen mittels der Differentialzelle. Sollen z. B. die mechanischen Schwingungen einer Stimmgabelzinke nachgewiesen werden, so befestigt man an der betreffenden Zinke einen kleinen Spiegel und bildet über diesen einen hell beleuchteten Spalt so auf der Differentialzelle ab, daß das Spaltbild auf der Zelle parallel zur Trennungslinie der Zelle liegt und beide Hälften annähernd gleich beleuchtet. Um eine möglichst helle Abbildung des Spaltes auf der Zelle zu erhalten, wird die optische Anordnung zweckmäßig so gewählt, daß auf dem Spiegel ein Bild der Lichtquelle (Projektionsglühlampe, Punktlichtlampe) entsteht. Die Zelle wird über einen Transformator an einen Röhrenverstärker angeschlossen. Am Ausgang des Verstärkers liegt über einem Gleichrichterelement (wie in Versuch 5 auf S. 54) ein Galvanometer. Schwingt die Stimmgabel, so wird das Spaltbild in der Frequenz der Schwingungen auf der Zelle verschoben, so daß bald die eine, bald die andere Zellenhälfte heller beleuchtet ist. Die dadurch an der Zelle auftretenden Photospannungen werden vom Verstärker verstärkt und ergeben am angeschlossenen Meßinstrument einen Ausschlag, der der Amplitude der Schwingungen proportional ist. Die Empfindlichkeit dieser

Anordnung läßt sich in folgender Weise noch um ein Vielfaches steigern¹: Statt des einfachen Spaltes wird ein Strichgitter (Gitterbreite etwa 1 bis 2 mm)² über den Spiegel, dessen Schwingungen nachgewiesen werden sollen, so auf der Differentialzelle abgebildet, daß die Gitterstriche parallel der Trennungslinie der Zelle laufen. Die Zellenoberfläche wird mit einem zweiten Strichgitter, dessen Gitterbreite genau mit der Gitterbreite des Projektionsbildes von Gitter 1 übereinstimmt, abgedeckt. Dieses zweite Gitter besitzt aber in der Mitte, wo die beiden Zellenhälften aneinanderstoßen, einen Phasensprung, indem dort zwei Gitteröffnungen direkt aneinandergrenzen. In der Fig. 27 ist dies schematisch in Aufsicht und Querschnitt dargestellt. Die obere Hälfte von Fig. 27a zeigt das auf der Zelle aufliegende Gitter G_2 , die untere Hälfte das auf die Zelle projizierte Bild von Gitter G_1 . Beide Gitter sind dicht übereinander zu denken, wie es Fig. 27b andeutet.

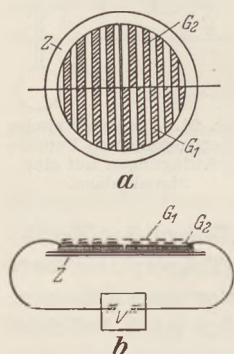


Fig. 27.
Gitteranordnung bei
Differentialphotozelle zum
Nachweis schwingender
Vorgänge.

In der Nullage ist so die linke Zellenhälfte maximal beleuchtet, die rechte dagegen verdunkelt. Verschiebt sich nun das Gitterbild G_1 durch eine Bewegung des Spiegels, über den die Projektion erfolgt, so wird die linke Zellenhälfte längs sämtlicher Gitterstriche abgedunkelt, während die rechte entsprechend belichtet wird. Je kleiner die Gitterbreite ist, d. h. je mehr Gitterstriche auf jede Zellenhälfte fallen, um so empfindlicher wird die Anordnung.

Befindet sich z. B. die mit einem Spiegel versehene Stimmgabel auf einem Resonanzkasten und wird in großer Entfernung (10 bis 20 m) eine zweite gleiche Stimmgabel angestrichen, so gerät die erste Stimmgabel infolge akustischer Resonanz ins Mitschwingen. Die dabei auftretenden äußerst kleinen Amplituden der Stimmgabelzinke genügen bereits, um eine in der Stimmgabelfrequenz schwankende Beleuchtung auf der Zelle hervorzurufen, die an einem an den Ausgang des Verstärkers angeschlossenen Meßinstrument gut sichtbare Ausschläge hervorbringt. Wird die mit dem Spiegel versehene Stimmgabel durch eine zweite etwas verstimmt angeregt, so ergeben sich bekanntlich Schwebungen, die ebenfalls mit der beschriebenen photoelektrischen Anordnung sehr gut sichtbar demonstriert werden können.

In ähnlicher Weise kann man noch minimale Schwingungen, die sich auf direktem optischen Wege nicht zeigen lassen, noch gut sichtbar einem größeren Hörerkreise vorführen.

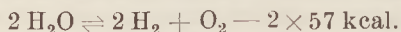
Physikalisches Institut der Universität Breslau.

Eine einfache Apparatur für thermische Gasreaktionen, insbesondere für die thermische Dissoziation von Wasserdampf.

Von Heinrich Rheinboldt in Bonn.

Die Erscheinung der thermischen Dissoziation ist für den chemischen Unterricht ebenso unentbehrlich wie die der Synthese chemischer Verbindungen. Nur durch die Kombination beider Erscheinungen kann ein anschauliches Bild von dem Wesen chemischer Verbindungen und Reaktionen vermittelt werden.

1. Thermische Dissoziation von Wasserdampf.



Die thermische Dissoziation von Wasserdampf wird im Unterrichtsversuch meist so ausgeführt, daß in einem mit Ableitungsrohr versehenen Rundkolben, der teilweise

¹ L. BERGMANN: Über ein neues photoelektrisches Relais zur Vergrößerung kleiner Drehbewegungen; *Physik. Z.* **32**, 688 (1931) und: Über die Verwendung der Selen-Sperrschicht-Photozelle zu physikalischen Messungen; *Physik. Z.* **33**, 824 (1932) und *Z. techn. Physik* **11**, 568 (1932).

² Solche Strichgitter lassen sich bequem auf photographischem Wege herstellen, indem als Original ein mit schwarzen Papierstreifen beklebter weißer Karton dient.

mit Wasser beschickt ist, der erzeugte Wasserdampf durch eine in den Dampfraum eingehängte, auf elektrischem Wege bis zur Weißglut erhitzte Platindrahtspirale zerlegt und das entstandene Knallgas durch den Wasserdampfstrom aus dem Reaktionsraum entfernt wird¹.

Das Grundprinzip dieser Versuchsanordnung geht zurück auf WILLIAM ROBERT GROVE, der im Jahre 1847 die thermische Spaltung des Wassers entdeckte². Auf verschiedene Weise gelang GROVE der Nachweis der Knallgasbildung bei der Hitzezersetzung des Wassers. Während er sich bei seinen ersten Versuchen³ kleiner, erbsen- oder pfefferkorngroßer Platinkugeln, die, im Gebläse auf Weißglut erhitzt, in warmes Wasser eingetaucht wurden, oder eines weißglühenden Platinrohres, durch das Wasserdampf hindurchgeschickt wurde, oder elektrischer Funken, die zwischen Platinspitzen in einer Wasserdampf-atmosphäre übergingen, bediente, verwandte er später⁴ außerdem einen in Wasserdampf durch elektrische Heizung auf Weißglut gebrachten Platindraht. GROVES Versuche wurden aufgenommen und in umfassender Weise ausgebaut von HENRY SAINTE-CLAIRE DEVILLE⁵, dem wir die Einführung des Begriffes „Dissoziation“ verdanken. Die Spaltung des Wassers wurde erreicht⁶ durch Eingießen geschmolzenen Platins in Wasser, durch Hindurchleiten von Wasserdampf durch eine weißglühende Platinröhre, durch Überleiten von Wasserdampf über geschmolzenes Silber oder Blei-(II)-oxyd, wobei Wasserstoff aufgefangen wurde, während sich der Sauerstoff in dem geschmolzenen Silber oder Bleioxyd auflöste und beim Erstarren frei wurde. Um einer Wiedervereinigung der Elemente bei mittleren Temperaturen vorzubeugen, leitet DEVILLE⁷ einen mit Wasserdampf gesättigten Kohlendioxydstrom durch ein mit Porzellanstückchen beschicktes, hoch erhitztes Porzellanrohr und fängt das gebildete Knallgas über Kalilauge auf; oder er verwendet ein poröses Tonrohr, wodurch ihm eine Trennung der Elemente durch Effusion des Wasserstoffs gelingt. Schließlich erfindet DEVILLE⁸ das Prinzip der „heißkalten Röhre“, die die besten Resultate liefert. Durch ein so hoch wie möglich erhitztes Porzellanrohr, in das konaxial ein von eiskaltem Wasser durchströmtes Kupferrohr eingesetzt war, wurde Wasserdampf hindurchgeleitet. Durch die

¹ Vgl. ARENDT-DOERMER: Technik der Experimentalchemie, 5. Aufl. 1925, S. 612, Fig. 654. — K. SCHEID: Vorbereitungsbuch für den Experimentalunterricht in Chemie, 3. Aufl. 1926, S. 137, Abb. 122. — K. SCHEID: Methodik des chemischen Unterrichts, 2. Aufl. 1927, S. 307. — P. RISCHE: Quantitative chemische Versuche, 1928, S. 18, Fig. 5. — R. OCHS: Einführung in die Chemie, 2. Aufl. 1921, S. 354, Fig. 12. — Über die Zersetzung von Wasser durch Eintropfen flüssigen weißglühenden Eisens vgl. K. A. HOFMANN: Lehrbuch der anorganischen Chemie, 7. Aufl. 1931, S. 72.

² W. R. GROVE (1811—1896), von Beruf Jurist, war zunächst Rechtsanwalt in London, 1841 bis 1846 Professor der Physik an der London-Institution, seit 1840 Mitglied der Royal Society, bekleidete verschiedene richterliche Ämter und wurde 1875 Richter am High Court of Justice. Er veröffentlichte eine größere Anzahl physikalischer Untersuchungen.

³ „Extrait d'une lettre de M. le professeur GROVE à M. LOUYET, de Bruxelles, sur la décomposition de l'eau par la chaleur seule“, Ann. Chim. Phys. [3] 19, 253/54 (1847). Darin Abb. zu dem Versuch mit den Platinkugeln. Die Angabe, daß Wasser durch einen glühenden Eisendraht zu Knallgas zerlegt werde (später nicht mehr erwähnt), beruht auf einem Irrtum. — PAULIN LAURENT LOUYET (1818 bis 1850) war Professor der Chemie am Industrie-Museum und an der Veterinär-schule in Brüssel.

⁴ W. R. GROVE: „Sur certains phénomènes d'incandescence déterminés par l'électricité, et sur la décomposition de l'eau en ses éléments gazeux sous l'influence de la chaleur“, Ann. Chim. Phys. [3] 21, 129—145 (1847), speziell 135 ff. Darin Abbildungen der Versuchsanordnungen. — Über gewisse Phänomene des elektrischen Glühens und über die Zersetzung des Wassers durch die Wirkung der Wärme. Liebigs Ann. 63, 1—10 (1847), speziell 6 ff., ebenfalls mit Abbildungen. — Vgl. auch Jber. Chem. 1, 326 (1847/48); Pharm. Zbl. 1847, 632—636.

⁵ DEVILLE (1818—1881), Professor in Paris. Erwarb sich besondere Verdienste um die erste technische Darstellung von Aluminium.

⁶ DEVILLE: „De la dissociation ou décomposition spontanée des corps sous l'influence de la chaleur“. C. r. Acad. Sci. Paris 45, 857/61 (1857). Vgl. Liebigs Ann. 105, 383—390 (1858); Jber. Chem. 10, 58 (1857); 13, 25, Anm. 1 (1860).

⁷ DEVILLE: Sur le phénomène de la dissociation de l'eau. C. r. Acad. Sci. Paris 56, 195—201 (1863). Vgl. Liebigs Ann. 126, 184—195 (1863). — Dissociation de l'eau. C. r. Acad. Sci. Paris 56, 322/24 (1863); Liebigs Ann. 126, 311/15 (1863); Jber. Chem. 16, 27 (1863).

⁸ Vgl. Liebigs Ann. 134, 124 ff. (1865).

kalte Wand des Kupferrohres wurden die Dissoziationsprodukte so schnell abgekühlt, daß ihre Wiedervereinigung zu Wasser verhindert wurde.

Die Methode der Zersetzung von Wasserdampf durch elektrische Funken wurde 1869 von MARCELLIN BERTHELOT¹ wieder aufgegriffen, der ein in einem Rohre über Quecksilber abgesperrtes und durch umspülenden Wasserdampf gasförmig gehaltenes Volumen Wasserdampf durch zwischen Platinspitzen überspringende elektrische Funken teilweise zerlegte. Das gebildete Knallgas wurde nach dem Erkalten der Apparatur in eine Gaspipette übergeführt und analysiert. Dieselbe Versuchsanordnung benutzte AUGUST WILHELM V. HOFMANN² 1890 mit der Abänderung, daß er das gebildete Knallgas (aus 100 cm³ Wasserdampf in 10 Minuten 1,5 bis 1,8 cm³!) nach Abkühlung der Apparatur in demselben Rohre durch einen elektrischen Funken wieder zu Wasser vereinigte. Für den Demonstrationsversuch wurde das von einem Wasserdampfmantel umgebene Zersetzungsrohr in bekannter Weise am oberen Ende mit einem Glashahn und am unteren Ende über einen Schlauch mit einer Glasbirne versehen³. Ferner wird für Demonstrationszwecke eine Versuchsanordnung angegeben, bei der ein schneller Wasserdampfstrom durch ein mit Funkendrähnen versehenes, beiderseits offenes Glasrohr hindurchgeleitet wird; das aus dem Rohre austretende Gas wird in Wasser geleitet und das Knallgas in einem über dem Entbindungsrohr aufgestellten Eudiometer aufgefangen: bei einer Versuchsdauer von 10 Minuten wurden 1,8 cm³ Knallgas erhalten. Zur Erzeugung der Funken diente, wie bei den Versuchen BERTHELOTS, ein RUHMKORFF'scher Funkeninduktor mittlerer Größe; mit einem „kolossalen RUHMKORFF“ wurden bei einer Schlagweite von 2 cm in 10 Minuten 25 cm³ Knallgas erhalten. Schließlich wird eine Versuchsanordnung beschrieben, bei der strömender Wasserdampf in einem senkrecht gestellten weiten Glasrohre durch eine elektrisch auf Weißglut erhitzte Platindrahtspirale zerlegt wird. Zu dieser Versuchsanordnung wird bemerkt: „Die Dissoziation des Wasserdampfes durch die glühende Platinspirale nimmt . . . weniger Zeit in Anspruch als die durch den Funkenstrom bedingte, allein der Versuch ist umständlicher, einerseits wegen des komplizierteren Apparates, andererseits wegen des stärkeren Stromes, dessen man bedarf, des häufigen Springens des Rohres nicht zu gedenken, welches unfehlbar eintritt, wenn die während des Glühens sich krümmende Platinspirale die Glaswand berührt.“

Die Untersuchungen verschiedener Forscher, die sich mit der Bestimmung des Dissoziationsgrades von Wasserdampf bei verschiedenen Temperaturen befaßten, bieten für einen Unterrichtsversuch methodisch nichts Neues. Erwähnt sei aber das elegante Verfahren von WALTER NERNST und H. v. WARTENBERG⁴, bei dem in einem elektrisch heizbaren Porzellanrohre eine evakuierte Birne aus Platin oder Iridium angebracht wurde, die mit einem Manometer in Verbindung stand. Der bei der thermischen Dissoziation des Wasserdampfes gebildete Wasserstoff diffundiert in die Birne, so daß seine Menge aus der Druckzunahme errechnet werden kann. Mit Hilfe dieses Verfahrens ermittelten die Verfasser für den Dissoziationsgrad des Wasserdampfes folgende Werte:

T absol.	1000°	1500°	2000°	2500°
Dissoziation in Vol.-%	0,00003	0,022	0,588	3,98

Der anfangs geschilderte Unterrichtsversuch der Zersetzung von strömendem Wasserdampf durch eine glühende Platindrahtspirale besitzt verschiedene Mängel: Für den Demonstrationsversuch vor einem größeren Auditorium ist eine zu lange Zeit

¹ M. BERTHELOT: Sur les équilibres entre le carbone, l'hydrogène et l'oxygène. Bull. Soc. Chim. Paris [2] 13, 99—107 (1870); speziell 104. C. r. Acad. Sci. Paris 68, 1107 (1869).

² A. W. v. HOFMANN: Über Dissoziationserscheinungen. Ber. dtsh. chem. Ges. 23, 3303 bis 3319 (1890); speziell 3310 ff.

³ a. a. O., Fig. 4.

⁴ NERNST u. v. WARTENBERG: Die Dissoziation von Wasserdampf. Z. physik. Chem. 56, 534 bis 547 (1906).

erforderlich, bis eine größere Menge Knallgas angesammelt ist; beim Übungsversuch kommt der Zeitaufwand nicht in Betracht, wenn nur eine geringe Menge Knallgas in einem Eudiometer gesammelt und durch einen Funken wieder zu Wasser vereinigt wird. Dafür kommt aber als erheblicher Nachteil hinzu, daß der Platindraht von ungeschickten Händen häufig durchgebrannt wird, so daß sich die Versuchsanordnung für ein größeres Unterrichtspraktikum nicht eignet, zumal man einen Platindraht von 15 bis 20 cm Länge und 0,3 bis 0,5 mm Stärke benötigt.

Wir haben daher eine neue, leicht zu handhabende Versuchsanordnung ausgearbeitet, indem wir auf die Zerlegung des Wasserdampfes durch elektrische Funken zurückgriffen, die Funken durch einen hochtransformierten Wechselstrom von 2000 bis 3000 Volt Spannung erzeugen und den Funkenstrom nach dem Prinzip der PAULINGSchen Hörnerelektroden zu einem Bande ausziehen. Dadurch wird eine sehr wirksame Versuchsanordnung erhalten, die sich für zahlreiche thermische Gasreaktionen eignet.

Versuchsanordnung: Der Aufbau der Versuchsanordnung ist in Fig. 1 dargestellt. Der zur Erzeugung von Wasserdampf dienende

Rundkolben *K* besitzt ein Fassungsvermögen von 750 cm³; er wird mit Siedesteinchen und zur Hälfte mit destilliertem Wasser beschickt. Durch den Korkstopfen des Kolbens wird ein bis fast zum Kolbenboden reichendes langes Steigrohr hindurchgeführt und andererseits ein Ableitungsrohr für den Wasserdampf, das unmittelbar unterhalb des Stopfens beginnt und so gebogen sein muß, daß kondensiertes Wasser leicht in den Kolben zurückfließen kann. Am Ende ist dieses Rohr zu einer Spitze *D* von etwa 1 mm lichter Weite verjüngt. Die Reaktionskammer, in welche das Wasserdampfrohr mündet, ist mit den genauen Abmessungen in Fig. 2 dargestellt. Die Kammer besteht aus einem weithalsigen Erlenmeyerkolben von 300 cm³ Inhalt. Als Verschluss wählt man am besten einen Gummistopfen; kommt ein Korkstopfen zur Verwendung, so ist dieser gegebenenfalls mittels Paraffin, nicht mit Kollodiumlösung!, abzudichten. Durch den Stopfen wird zentral das Zuleitungsrohr für den Wasserdampf hindurchgeführt, rechts und links davon die beiden Elektroden *E*₁ und *E*₂, die in der angegebenen Form aus 3 mm starkem Kupferdraht gebogen werden. Die Mittelpunkte dieser drei Durchbohrungen des Stopfens müssen auf einer Geraden liegen, denn es ist wesentlich, daß die Düse *D* des Wasserdampfrohres genau in die Mitte der verengten Stelle zwischen den beiden Elektroden zeigt. Die Elektroden werden in kurzen Glasröhrchen, in die sie eingekittet sind, durch den Stopfen hindurchgeführt. Als Kitt verwendet man eine steife Paste, die man durch Verreiben von Bleiglätte mit Glyzerin bereitet. Die Kupferdrähte werden, soweit sie in den Röhrchen zu liegen kommen, mittels einer Feile angeraut, die Innenwand der Glasröhrchen und der angeraute Teil der Kupferdrähte werden mit Glyzerin bestrichen, dann werden die Drähte durch Einpressen der Paste eingekittet. Man läßt den Kitt langsam trocknen, da er bei zu schnellem Trocknen brüchig wird. Die Bohrung für

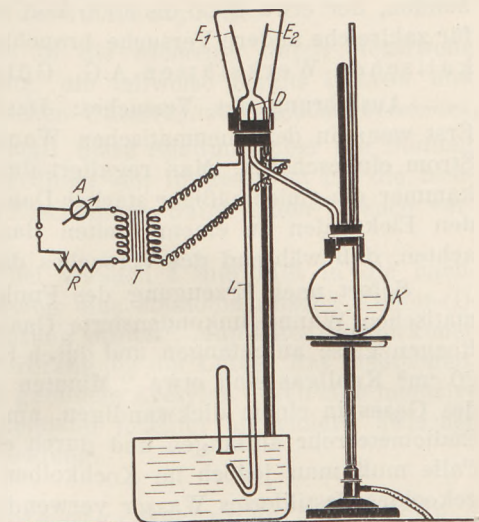


Fig. 1. Apparatur für thermische Dissoziation von Wasserdampf.

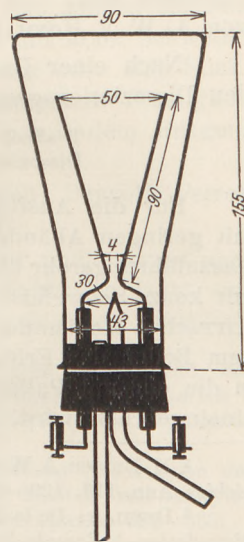


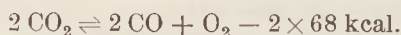
Fig. 2. Reaktionskammer zu Fig. 1.

das Gasableitungsrohr L wird seitlich angebracht. Das Gasableitungsrohr führt senkrecht abwärts in eine mit Wasser beschickte pneumatische Wanne und ist am Ende schräg aufwärts umgebogen; Mündung des Rohres nicht verengen! Die Elektroden der Reaktionskammer werden durch gut isolierte Drähte mit einem Transformator T verbunden, der etwa 2000 bis 3000 Volt liefert. Als sehr geeignet erwies sich der auch für zahlreiche andere Versuche brauchbare, zerlegbare Kleintransformator der Physikalischen Werkstätten A.G., Göttingen, mit dem Übersetzungsverhältnis 1:20.

Ausführung des Versuches: Das Wasser wird zum lebhaften Sieden erhitzt. Erst wenn in der pneumatischen Wanne keine Luftblasen mehr aufsteigen, wird der Strom eingeschaltet. Man reguliert das Sieden des Wassers so, daß in die Reaktionskammer ein gleichmäßiger starker Dampfstrom eintritt, der den Funkenstrom zwischen den Elektroden zu einem breiten Band nach oben hin auszieht. Es ist darauf zu achten, daß während des Versuches das Sieden des Wassers nicht aussetzt!

Sofort nach Erzeugung des Funkenbandes beobachtet man, daß in der pneumatischen Wanne unkondensierte Gasblasen aufsteigen, die in einem dickwandigen Reagenzglas aufgefangen und durch Explosion als Knallgas identifiziert werden. Für 20 cm³ Knallgas sind etwa 2 Minuten erforderlich. Man kann auch etwa 2 bis 3 cm³ des Gases in einem dickwandigen, am oberen Ende mit Platinelektroden versehenen Eudiometerrohr auffangen und durch einen Funken zu Wasser vereinigen. In diesem Falle muß man jedoch im Kochkolben wie in der pneumatischen Wanne frisch ausgekochtes destilliertes Wasser verwenden.

2. Thermische Dissoziation von Kohlendioxyd.



Die Spaltung von Kohlendioxyd durch elektrische Funken in Kohlenoxyd und Sauerstoff war bereits WILLIAM HENRY und JOHN DALTON bekannt und wurde von HEINRICH BUFF und A. W. v. HOFMANN¹, von DEVILLE², von BERTHELOT³ und erneut von A. W. v. HOFMANN⁴ untersucht.

Nach einer Untersuchung von NERNST und v. WARTENBERG⁵ ergeben sich für den Dissoziationsgrad folgende Werte:

T absol.	1000°	1500°	2000°	2500°
Dissoziation in Vol.-%	0,0000158	0,0406	1,77	15,8

Für die Ausführung des Versuches dient die in Fig. 1 dargestellte Apparatur mit geringen Abänderungen. Der Kochkolben fällt fort; anstatt dessen wird an das Gaszuführungsrohr über ein mit Watte oder Glaswolle gefülltes Trockenrohr und eine mit konz. Schwefelsäure beschickte Waschflasche eine Kohlendioxydbombe oder ein KIPPScher Kohlendioxydentwickler angeschlossen. Das Gasableitungsrohr wird bis zu dem Boden des Erlenmeyerkolbens hinaufgeführt und mündet in eine Waschflasche, in die ein mit Palladium-(II)-chloridlösung (1:500)⁶ getränkter Filtrierpapierstreifen hineingebracht wird. Man verdrängt die Luft durch Kohlendioxyd, erzeugt den Funken-

¹ H. BUFF u. A. W. v. HOFMANN: Zerlegung gasförmiger Verbindungen durch elektrisches Glühen. Liebigs Ann. **113**, 129—150 (1860); speziell 140 ff.

² DEVILLE: De la dissociation de l'acide carbonique. C. r. Acad. Sci. Paris **56**, 729/33 (1863). — Dissociation de l'oxyde de carbone, des acides sulfureux, chlorhydrique et carbonique; décomposition de l'ammoniaque. C. r. Acad. Sci. Paris **60**, 317—325 (1865); speziell 323; Jber. Chem. **18**, 61 (1865); Liebigs Ann. **135**, 94—105 (1865).

³ BERTHELOT: Sur les équilibres chimiques entre le carbone, l'hydrogène et l'oxygène. Bull. Soc. Chim. Paris [2] **13**, 99—107 (1870). C. r. Acad. Sci. Paris **68**, 1035/39, 1107/10 (1869).

⁴ A. W. v. HOFMANN: Über Dissoziationserscheinungen. Ber. dtsh. chem. Ges. **23**, 3303—3319 (1890); speziell 3303 ff.

⁵ W. NERNST u. H. v. WARTENBERG: Über die Dissoziation der Kohlensäure. Z. physik. Chem. **56**, 548/57 (1906).

⁶ Zu beziehen unter der Bezeichnung „Palladiumchlorurlösung zum Nachweis von Leuchtgas“.

strom, der wiederum durch das Gas auseinandergezogen werden soll. Das Funkenband leuchtet violett, und nach kurzer Zeit ist das Palladium-(II)-chlorid geschwärzt.

3. Thermische Zersetzung von Methan, Äthan und Äthylen unter Nachweis des gebildeten Acetylen.

Die Zersetzung dieser Kohlenwasserstoffe in die Elemente durch elektrische Funken oder glühende Drähte, eine Erscheinung, die teilweise bereits DALTON und HENRY bekannt war, wird häufig zu volumetrischen Unterrichtsversuchen verwendet.

Wie BERTHELOT¹ zuerst beobachtete, verläuft diese Spaltung über die Bildung von Acetylen. Da diese Stufendissoziation neuerdings von Interesse ist für die technische Gewinnung von Acetylen², verdient die Erscheinung durch einen Versuch veranschaulicht zu werden.

Man verwendet dieselbe Apparatur wie bei Versuch 2 und füllt in die nachgeschaltete Waschflasche als Reagens auf Acetylen eine ammoniakalische Kupfer-(I)-salzlösung, der man zweckmäßig etwas Gelatinelösung zusetzt³. Man leitet die trockenen Gase durch die Apparatur und erzeugt nach Verdrängung der Luft (!) das Lichtbogenband: bereits nach 15 bis 20 Sekunden wird das gebildete Acetylen durch eine intensive Rotfärbung des Reagens angezeigt. Das Funkenband leuchtet blauviolett; zwischen den Elektroden kommt etwas Kohle zur Abscheidung.

4. Thermische Dissoziation der Dämpfe organischer Verbindungen unter Nachweis des gebildeten Acetylen.

Wie BERTHELOT⁴ beobachtete, bildet sich bei der thermischen Dissoziation der meisten flüchtigen organischen Verbindungen Acetylen.

Diese Erscheinung läßt sich mit dem beschriebenen Apparat sehr leicht zeigen. Die Apparatur gleicht der von Versuch 1; anstatt des Steigrohres wird in den Rundkolben ein rechtwinklig gebogenes Gaseinleitungsrohr eingesetzt, das nahezu bis zum Boden des Kolbens reichen soll. An dieses Rohr wird über eine mit konz. Schwefelsäure beschickte Waschflasche ein mit Stickstoff gefüllter Gasometer oder eine Stickstoffbombe angeschlossen. In den Rundkolben wird die zu verdampfende Flüssigkeit eingefüllt. Das Ableitungsrohr mündet in eine Waschflasche, die mit dem Reagens auf Acetylen beschickt wird.

Als zu verdampfende Flüssigkeiten können verwendet werden: Benzol⁵, Petroläther, Ligroin, Benzin, Methylalkohol, Äthylalkohol, Diäthyläther.

Man leitet einen kräftigen Stickstoffstrom durch die Apparatur und erzeugt nach Verdrängung der Luft das Funkenband: bereits nach wenigen Sekunden färbt sich bei allen Versuchen das Reagens intensiv rot als Nachweis des gebildeten Acetylen.

¹ M. BERTHELOT: „Action de chaleur sur quelques carbures d'hydrogène“. C. r. Acad. Sci. Paris **62**, 905/909 (1866); Liebigs Ann. **139**, 272/82 (1866). — „Action de l'étincelle électrique sur le gaz des marais“. C. r. Acad. Sci. Paris **67**, 1188/92 (1868); Liebigs Ann. **150**, 160/67 (1869). Vgl. ferner Liebigs Ann. **123**, 208 (1862).

² Vgl. z. B. FRANZ FISCHER u. PICHLER: Über die thermische Umwandlung von Äthylen und Äthan in andere Kohlenwasserstoffe unter besonderer Berücksichtigung der Bildung von Acetylen. Brennstoffchem. **13**, 406—411; Über die thermische Zersetzung des Methans. Ebenda 381—383.

³ Zu 1 g Kupfernitrat, in 50 cm³ Wasser gelöst, werden 4 cm³ 25%iger Ammoniaklösung und 3 g Hydroxylamin-Chlorhydrat hinzugegeben. Nach Entfärbung der Lösung wird auf 100 cm³ verdünnt und mit 10 cm³ einer 20%igen Gelatinelösung versetzt.

⁴ BERTHELOT: C. r. Acad. Sci. Paris **50**, 805 (1860); Liebigs Ann. **116**, 117 (1860). — Action de la chaleur sur la benzine et sur les carbures analogues. C. r. Acad. Sci. Paris **63**, 788—793 (1866); Liebigs Ann. **142**, 251/63 (1867). — Vgl. auch QUET: Note sur un phénomène de polarité dans la décomposition des gaz par l'étincelle électrique, et sur les produits que l'on obtient en décomposant l'alcool par l'étincelle électrique ou la chaleur. C. r. Acad. Sci. Paris **46**, 903/05 (1858); Liebigs Ann. **108**, 113/17 (1858).

⁵ Umkehrung der Benzolsynthese aus Acetylen.

5. Bildung von Ozon aus Sauerstoff sowie von Stickoxyden aus Luft.

Der Apparat ist sehr vielfältiger Anwendung fähig. Erwähnt seien nur noch die Ozonbildung aus Sauerstoff nach SCHÖNBEIN und die Luftverbrennung nach PRIESTLEY und CAVENDISH.

Für beide Versuche dient dieselbe Anordnung wie bei Versuch 2. Bringt man in die nachgeschaltete Waschflasche Jodkalium-Stärke-Lösung, bläst einen getrockneten Sauerstoffstrom durch die Apparatur und erzeugt das Funkenband, so ist das Reagens nach 1 bis 2 Minuten intensiv blau gefärbt.

Saugt man mittels einer Wasserstrahlpumpe durch die Apparatur einen kräftigen Luftstrom, so füllt sich die Reaktionskammer alsbald mit braunen Stickoxyden, die in der nachgeschalteten Waschflasche in bekannter Weise nachgewiesen werden können.

Bei der Ausarbeitung der Versuche erfreute ich mich der verständigen Hilfe von Herrn cand. phil. HANS KRONENBURG.

Bonn, Chemisches Institut der Universität.
Anorganische Abteilung.

Kleine Mitteilungen.

Eine einfache Meßscheibe für Schülerübungen.

Von G. Schuzius in Berlin.

(Mitteilung aus der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Berlin.)

Die vielseitige Verwendbarkeit des Theodolits zur Unterstützung des mathematischen und geographischen Unterrichts läßt immer wieder den Wunsch nach einer einfachen Winkelmeßscheibe laut werden. Die verschiedenen, im Handel befindlichen Konstruktionen sind entweder zu primitiv oder zu teuer, als daß eine Anschaffung in mehreren Exemplaren lohnend erscheint. Außerdem haften einigen auch noch Mängel an, die sie für die Hand des Schülers wenig geeignet machen.

Im folgenden sei nun eine Meßscheibe beschrieben, die sich nicht nur durch einen geringen Herstellungspreis und die Einfachheit der Konstruktion auszeichnet, sondern auch die in der Winkelmessung zur Elimination der Instrumentenfehler notwendigen Meßmethoden durchzuführen gestattet. Ferner ist durch besondere Anwendung des Lotes bei Vertikalwinkelmessung eine klare Beziehung zwischen Visierlinie und Zeigerablesung hergestellt.

Als Material für den Bau der Winkelmeßscheibe benötigt man: 1 Teilkreis aus Papier, 1 Scheibe (etwas größer als der Teilkreis) aus 3 mm starker Steinpappe, wie sie die Buchbinder als Einbanddecken verwenden, 1 Holzklötz von etwa 10 × 10 cm Seitenlänge und 2,5 cm Dicke, 1 Radiobuchse und 1 Kopierklammer. Die übrigen Konstruktionsteile sind dem Märklinbaukasten entnommen, dessen Teile einzeln käuflich sind: 2 Flachbänder 25 Loch als Diopterlineal und dessen Träger, 1 Flachband 13 Loch als Zeiger für einen Teilkreis von 20 cm Durchmesser, 3 Winkelstücke, 1 Lagergabel, 3 Schrauben 2 cm lang, 5 Schrauben 0,5 cm lang und 11 Muttern. Der Holzklötz dient als Versteifung und Träger des Teilkreises. Er enthält in der Mitte ein Loch mit $\frac{3}{8}$ " Ww-Gewinde zum Aufschrauben auf ein Photostativ. Zum Aufziehen des Teilkreises auf die Pappscheibe verwendet man am besten Celluloid, in Azeton gelöst. Die Lösung hat den Vorteil, gegen Feuchtigkeit widerstandsfähiger zu sein als die im Handel befindlichen Klebstoffe. Die Pappscheibe läßt man nach dem Aufziehen des Teilkreises unter Beschwerung trocknen, um ein Verziehen zu verhüten. Bei der Durchbohrung der Mitte des Teilkreises zur Aufnahme des Lagers muß man besonders sorgfältig verfahren, da eine zu große Exzentrizität sich nachher als starker Schönheitsfehler bemerkbar macht. Das Loch wird zunächst etwas kleiner gebohrt, als das Außenmaß des Ansatzes der Lochscheibe beträgt. Dann weitet man das Loch vorsichtig mit einem Rundholz auf, bis der Ansatz der Lochscheibe stramm hindurchgeht.

Es wird dadurch eine gute Führung der Drehachse gewährleistet, die außerdem recht dauerhaft ist, da die Steinpappe ein sehr zähes Material ist und die Beanspruchung des Lagers durch Verbiegungsdruck gegen den drehbaren Teil der Meßscheibe von der mitgehenden Lochscheibe aufgefangen wird. Der Zusammenbau des drehbaren Teiles der Meßscheibe, bestehend aus der Lochscheibe als Achse, dem Flachband 13 Loch als Zeiger und dem einen Flachband 25 Loch als Träger des Diopterlineals, ist aus Fig. 1 ersichtlich. Als Diopterlineal dient das andere Flachband 25 Loch. An dem einen Ende wird die Lagergabel angeschraubt, zwischen die ein Stück Kork geklemmt wird, durch das eine Stecknadel hindurchgesteckt ist, so daß diese mit ihrer Spitze als Visiermarke frei zwischen den Schenkeln der Lagergabel steht. Das andere Ende

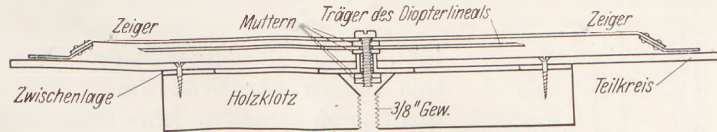


Fig. 1. Zusammenbau der Meßscheibe (Querschnitt).

des Flachbandes trägt ein Winkelstück, an dem der Visierschlitz befestigt wird. Als Schrauben zur Befestigung der Lagergabel und des Winkelstückes werden 2 cm lange Schrauben verwendet, die nach unten frei herausstehen. Sie dienen zum Aufsetzen des Diopterlineals auf seinen Träger, der zu diesem Zweck an dem einen Ende eine Radiobuchse trägt. (Der Durchmesser der Schrauben des Märklinbaukastens ist 4 mm, was gerade zu den Radiobuchsen paßt.) Auf dem anderen Ende ruht das Diopterlineal fest zwischen den freien Schenkeln zweier Winkelstücke. Dicht hinter der Radiobuchse wird eine Kopierklammer so befestigt, daß sie den Teilkreis innerhalb oder außerhalb der Teilung faßt und so als Umfangklemme wirkt. Der an dem Flachband anliegende Schenkel der Kopierklammer ist dicht hinter der Feder abgeschnitten, da man sonst Schwierigkeiten mit der Anbringung der Radiobuchse hat. Als Ersatz für den abgeschnittenen Teil dient das überstehende Ende des Flachbandes. Alles übrige geht aus Fig. 2 hervor.

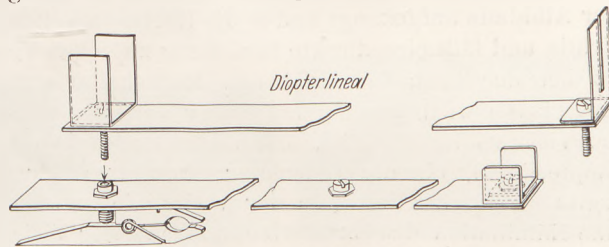


Fig. 2. Das Diopterlineal und seine Träger.

Den Visierschlitz kann man sich leicht folgendermaßen herstellen: Man bohrt in ein dünnes Brettchen von etwa 2×6 cm, ungefähr 1 cm von dem einen Ende entfernt, ein Loch zur Befestigung am Winkelstück, schneidet vom anderen Ende her mit einer feinen Säge einen 3 mm breiten Schlitz der Länge nach in das Brettchen, doch nur so weit, daß ein Auseinanderbrechen vermieden wird. Nun wird nicht ganz bis zur Mitte des Schlitzes von links her in der Längsrichtung ein Streifen dünne schwarze Pappe mit Celluloidlösung aufgeklebt; dann legt man einen vorbereiteten 0,7 mm dicken Pappstreifen in den Schlitz und klebt von rechts her auf das Brettchen einen zweiten Streifen schwarze Pappe dagegen, so daß nach Entfernung des 0,7 mm dicken Streifens ein ebenso breiter Schlitz entstanden ist, der nach oben offen bleibt.

Anschließend seien noch einige Bemerkungen zum Arbeiten mit der Meßscheibe hinzugefügt. Zunächst möchte ich auf die Ablesung an zwei Zeigern hinweisen. Sie dient zur Elimination des Exzentrizitätsfehlers der Alhidadenachse (Drehachse). Es ist technisch unmöglich zu erreichen, daß die Alhidadenachse durch den theoretischen Mittelpunkt der Kreisteilung geht. Es wird also stets ein Exzentrizitätsfehler vorhanden sein, für dessen Größe man keinen Anhalt hat. Es sei M in Fig. 3 der theoretische Mittelpunkt des Kreises und M' der Durchstoßpunkt der exzentrisch liegenden Alhidadenachse. $AM'B$ sei der Winkel zwischen zwei nacheinander eingestellten Zielen. Die Ablesungen bei A und B ergeben den Winkel. Nun ist aber

der Winkel $AM'B > AMB$. Man liest in diesem Falle einen zu großen Winkel ab. Verlängert man die Schenkel AM und BM über M hinaus bis A' und B' , so sieht man, daß der zwischen A' und B' abgelesene Winkel um dasselbe Maß zu klein ist. Das Mittel eliminiert den Fehler und gibt den richtigen Winkelwert. Nun ist es keineswegs notwendig, daß die beiden Zeiger sich genau diametral gegenüberstehen, was sich ja bei Kreisteilungen auf Papier auch gar nicht durchführen läßt, da diese Teilungen nicht genau sein können. Diese einfache Methode der Fehlerausschaltung sollte man dem Schüler nicht vorenthalten, zumal es für die praktische Winkelmessung unerträglich ist, einen Fehler von unbekannter Größe in der Rechnung mitzuführen.

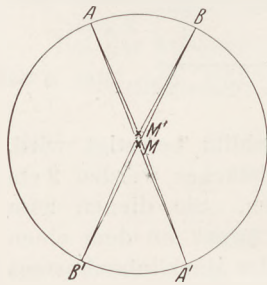


Fig. 3. Der Exzentrizitätsfehler der Alhidadenachse und seine Beseitigung.

Ein weiterer Instrumentenfehler, der sich ebenfalls nicht durch Konstruktion beseitigen läßt, ist die Exzentrizität der Visierachse. Dieser Fehler läßt sich jedoch der Größe nach feststellen und ist nach allen Richtungen konstant. Seine Beseitigung geschieht beim Theodolit durch Durchschlagen des Fernrohrs. Bei der oben beschriebenen Meßscheibe läßt sich dieser Fehler dadurch eliminieren, daß man das Diopterlineal umsetzt. Man steckt also z. B. das Diopterlineal so auf, daß die am Visierschlitz frei nach unten stehende Schraube in der Buchse des Trägers ruht und das Ende, das die Visiermarke trägt, zwischen den freien Schenkeln der Winkelstücke am andern Ende des Trägers festliegt. Nachdem die betreffenden Ziele anvisiert sind, setzt man das Diopterlineal um, so daß die Schraube an der Visiermarke in der Buchse des Trägers ruht und das Visierschlitzende zwischen

den Winkelstücken festliegt und wiederholt die Messung. Das Mittel ergibt wieder den richtigen Winkelwert.

Bei der Vertikalwinkelmessung mit Meßscheiben wurde bisher das Lot im Drehpunkt der Alhidade aufgehängt und so die Horizontale bestimmt. Dieses Verfahren ist undurchsichtig und läßt eine direkte Beziehung zwischen Visierlinie und Lot vermissen. Deshalb ist bei der oben beschriebenen Meßscheibe ein anderer Weg eingeschlagen. Die Meßscheibe wird vertikal am Stativ befestigt und das Diopterlineal so gedreht, daß der Visierschlitz oben ist. Dann hängt man in den Schlitz ein Lot ein und dreht das Diopterlineal, bis die Lotschnur die Spitze der Visiermarke deckt. Die Ablesung ergibt direkt die Vertikale der Visierlinie und damit auch die Horizontale. Hier ist eine Elimination des Exzentrizitätsfehlers der Visierlinie unbedingt notwendig, da der Exzentrizitätsfehler sich mit seinem ganzen Betrag an der Kreisteilung auswirkt, wodurch ein großer Fehler, unter Umständen von mehreren Graden, entstehen kann.

Beitrag zur experimentellen Behandlung der Strömungslehre.

Von Dr. A. Krebs in Frankfurt a. M.

In dem Maße, wie das Flugwesen weitere Kreise zu interessieren beginnt, gewinnt auch die anschauliche Darstellung von Strömungsvorgängen aller Art im Unterricht an Bedeutung. Es handelt sich dabei, wie von verschiedenen Seiten¹ schon betont worden ist, um eine modellmäßige Darstellung mit einfachen Mitteln. Verf. hat kürzlich² eine Anordnung angegeben, die in episkopischer Projektion die Vorführung von Strömungserscheinungen gestattet; er beschreibt im folgenden ein für diaskopische Projektion gedachtes Gerät. Da eine umlaufende Strömung benutzt wird, hat die Anordnung den Vorteil, eine längere Beobachtung des Strömungsvorganges zu ermöglichen.

¹ POHL, R. W.: Ztschr. f. d. physikal. u. chem. Unterr. 38, 119 (1925). — ECK, B.: Ztschr. f. techn. Physik 12, 506 (1930).

² KREBS, A.: Ztschr. f. d. physikal. u. chem. Unterr. 45, 54 (1932).

Zwischen den zwei Deckplatten eines flachen Troges wird durch aufernde Luft eine Zirkulation der Füllflüssigkeit um geeignet geformte Leitwände herum hervorgerufen (Fig. 1). Im allgemeinen genügt zur Erzeugung der Strömung ein Antriebs- und ein Rücklaufkanal. In den Rücklaufkanal wird das zu untersuchende Profil gehängt, und wie im Schleppversuchapparat von R. W. POHL werden die Strömungserscheinungen durch im Wasser suspendiertes, entfettetes Aluminiumpulver sichtbar gemacht. Je nach der Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit (REYNOLDSsche Zahl!) bilden sich um den Prüfkörper herum die einzelnen Erscheinungen aus, wobei zu beachten ist, daß durch den geringen Abstand der Glasplatten (0,5 cm) die Reibung — ähnlich wie im POHLschen Strömungsapparat — das Ergebnis beeinflußt. Bei geringer Strömungsgeschwindigkeit, ungefähr 10 cm pro Sekunde, bildet sich eine Art Potentialströmung aus, wobei man neben dem Zusammenrücken der Stromlinien zugleich die Strömungsgeschwindigkeit der einzelnen Aluminiumteilchen verfolgen und so den Zusammenhang zwischen p und v (Druck und Geschwindigkeit) der BERNOULLI-Gleichung veranschaulichen kann. Fig. 1 zeigt maßstäblich die benutzte Anordnung, wobei zu betonen ist, daß bessere Anordnungen, insbesondere der Leitwände, wesentliche Vorteile bringen können. In bezug auf die Anblasevorrichtung sei auf die frühere Arbeit [45, 54 (1932)] verwiesen. Die in Fig. 2 beigegebenen Photographien zeigen, was mit der Anordnung zu erreichen ist, und wie einzelne Beispiele — Wetterfahne — besondere Behandlung erfahren können.

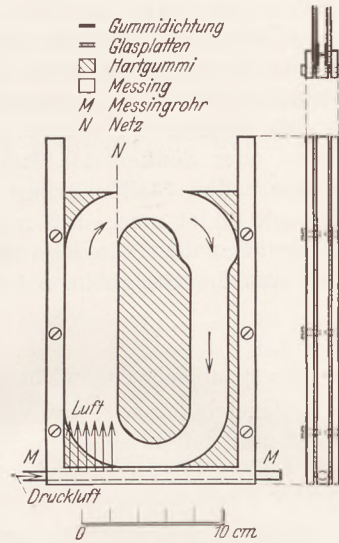
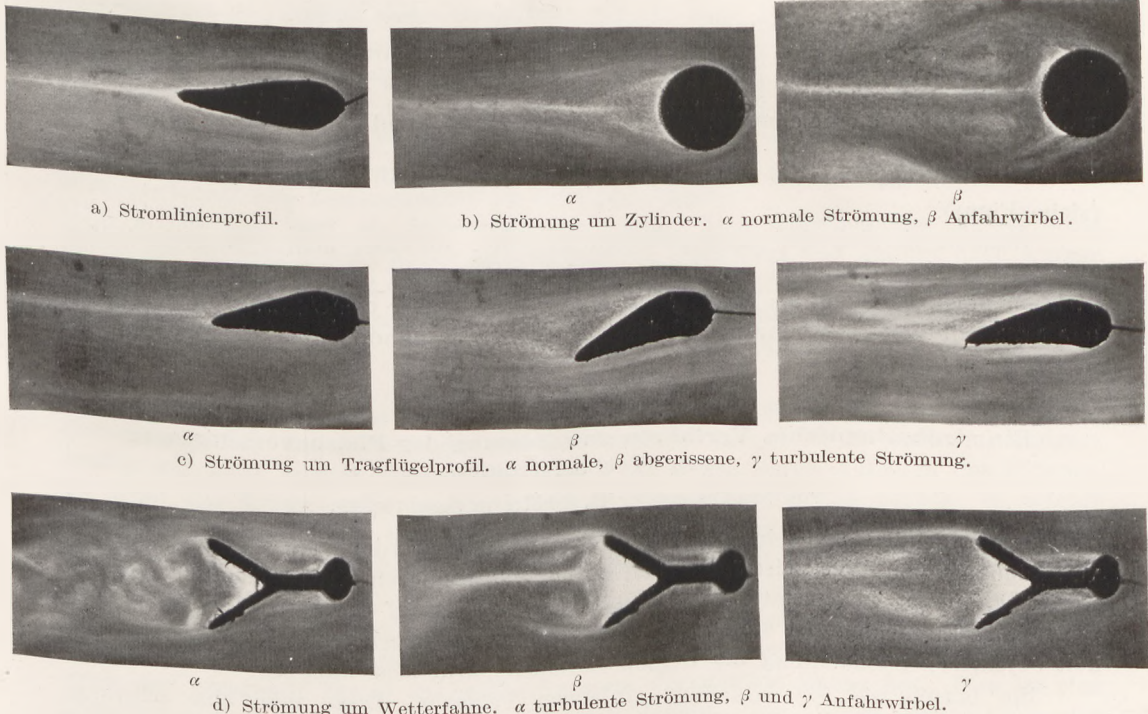


Fig. 1. Gerät zur Vorführung von Strömungserscheinungen in diaskopischer Projektion.



a) Stromlinienprofil.

b) Strömung um Zylinder. α normale Strömung, β Anfahrwirbel.

c) Strömung um Tragflügelprofil. α normale, β abgerissene, γ turbulente Strömung.

d) Strömung um Wetterfahne. α turbulente Strömung, β und γ Anfahrwirbel.

Fig. 2.

Eine Bemerkung zur Steighöhenmethode.

Von S. Gradstein in Darmstadt.

Unter den Meßmethoden für die topologische Untersuchung von Magnetfeldern ist die Steighöhenmethode insbesondere auch bei sehr starker Inhomogenität gut brauchbar, da es keine Schwierigkeit bereitet, genügend enge Kapillaren herzustellen, so daß im ganzen Meniskus das Feld als homogen anzusehen ist. Wenn man durch Heben oder Senken des Steigrohrs den Meniskus nacheinander an die verschiedenen zu messenden Stellen bringt (um dann nach Ausschalten des Feldes die Sinkhöhe zu messen), findet man, daß in gewissen Lagen keine stabile Einstellung des Meniskus zu erreichen ist. Die Begründung ist folgende:

Aus der Steighöhe h berechnet sich die Feldstärke \mathfrak{H} nach der Formel

$$\mathfrak{H} = \sqrt{\frac{2sg}{\kappa}} \cdot \sqrt{h} = C \cdot \sqrt{h},$$

wo s = spezifisches Gewicht, κ = Suszeptibilität.

Bezeichnen wir die Vertikalkomponente der längs des Steigrohrs gemessenen Koordinate mit r , so ist

$$h = r - r_0.$$

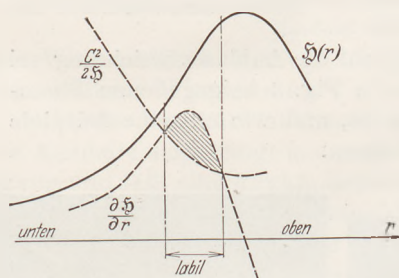
An der Stelle r herrscht die Feldstärke \mathfrak{H} , bei $r + dr$ die Feldstärke $\mathfrak{H} + \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial r} dr$. Die Stabilität ist dadurch gekennzeichnet, daß bei einer kleinen Verschiebung des Meniskus dieser in die alte Lage zurückzukehren sucht, also

$$\mathfrak{H} + \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial r} dr < C \sqrt{r + dr - r_0} = \mathfrak{H} + \frac{\mathfrak{H} dr}{2(r - r_0)},$$

$$\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial r} < \frac{\mathfrak{H}}{2h} = \frac{C^2}{2\mathfrak{H}}.$$

Eine labile Einstellung ist also dann zu erwarten, wenn

$$\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial r} > \frac{C^2}{2\mathfrak{H}}.$$



Bei gegebener Feldverteilung $\mathfrak{H}(r)$ ist hiernach leicht festzustellen, in welchem Bereich von r die Messung unmöglich ist: Man zeichnet die Kurven $\frac{C^2}{2\mathfrak{H}} = f_1(r)$ und, etwa durch graphische Differentiation, $\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial r} = f_2(r)$; die obige Bedingung liefert dann sofort die labilen Gebiete (siehe Figur).

Handelt es sich um nicht ortsfeste Magnete, so kann man sich leicht helfen, indem man den Magneten um 180° um eine horizontale Achse schwenkt. Ist dies nicht möglich, so bleibt als Ausweg nur eine Vergrößerung von C durch Verkleinerung der Suszeptibilität κ , wodurch allerdings auch die Empfindlichkeit der Methode vermindert wird.

Ein stroboskopisches Verfahren zur Messung der Phasenverschiebung von Wechselströmen.

Von Studienassessor R. Schöler in Saarbrücken.

Im folgenden soll eine Apparatur beschrieben werden, mit der die Phasenverschiebung von Wechselströmen bequem einem größeren Kreise sichtbar gemacht werden kann und die gestattet, die Phasenverschiebung auf etwa 5° genau zu messen. Durch ihre Einfachheit ist sie Drehspiegelanordnungen überlegen, wegen der Möglichkeit objektiver Beobachtung als Demonstrationsapparat sehr dankbar.

Sie beruht auf der folgenden einfachen Tatsache. Dreht man eine schwarze Scheibe, die einen schmalen weißen Sektor trägt, durch einen Synchronmotor und beleuchtet sie mit einer Glühlampe, deren Betriebsstrom mit dem des Motors frequenz-

gleich ist, so scheint die Scheibe still zu stehen und einen hellen Stern mit verwaschenen Rändern auf dunkeltem Grunde zu tragen. Dies kommt daher, daß bei bestimmten Stellungen des Sektors die Glühlampe heller leuchtet als in den dazwischenliegenden Augenblicken. Die Strahlenzahl des Sterns hängt von der Art des Synchronmotors ab. Beleuchtet man die Scheibe mit zwei Glühlämpchen, deren Heizströme die Phasenverschiebung φ gegeneinander besitzen, so erkennt man auf der Scheibe zwei Sterne, die um den Winkel $\delta = \frac{2\varphi}{n}$ gegeneinander gedreht sind. Daher ist δ , dessen Größe leicht auf einige Grad genau gemessen werden kann, ein einfaches Maß für die zu untersuchende Phasenverschiebung.

Der zum Antrieb der stroboskopischen Scheibe notwendige Synchronmotor läßt sich mit ihr zu dem in Fig. 1 abgebildeten Apparat vereinigen. An einem etwa 10 cm langen Stück einer kräftigen Stricknadel als Achse ist der Anker festgelötet. Er besteht aus einem Kreuz aus Eisenblech, auf dessen 4 Flügel weiße Sektoren von etwa 15° aufgeklebt sind. Die übrigen Eisenteile sind matt schwarz gestrichen. Unmittelbar hinter dem leicht drehbaren Kreuz befindet sich ein schwarzes Brettchen, das dicht über den Flügeln eine Skala aus dunkelgrauem Papier trägt. Auf dieser Skala wird die Stellung des oben beschriebenen stroboskopischen Sterns, der bei dieser Versuchsanordnung vierzackig wird, abgelesen. Da der Stern grau erscheint, darf die Skala nicht zu hell sein, wenn sie nicht den Beobachter blenden soll. Als Feldmagnet kann jeder beliebige kleine Elektromagnet verwendet werden. Ich habe aus einem Bündel Eisendrähten und einigen hundert Windungen Spulendraht einen Magnet hergestellt, dessen Form aus Fig. 1 ersichtlich ist, und ihn auf einem Grundbrett (14×10 cm) mit dem Lager des Blechkreuzes zusammen befestigt. Der Magnet wird mit einem Klingeltransformator erregt und durch Streichen über die dünne Achse das Kreuz in so rasche Umdrehung versetzt, daß man den vierzackigen Stern erscheinen sieht. Sobald er still steht, wird das Kreuz vom Elektromagnet im richtigen Augenblick erfaßt und läuft als Synchronmotor weiter. Das Anstoßen des Motors wird durch das stroboskopische Kreuz außerordentlich erleichtert und gelingt nach kurzer Übung fast jedesmal. Besonders eindrucksvoll wird die Erscheinung, wenn man zur Beleuchtung der Scheibe eine Glimmlampe verwendet. Diese erlischt bei zu kleiner Spannung augenblicklich, so daß das Kreuz scharf begrenzt auf tief schwarzem Grunde liegt.

Kurz nach dem Anstoßen beobachtet man, wie das Kreuz um eine Gleichgewichtslage hin und herpendelt, und oft dauert es lange, bis es auch nur einigermaßen zur Ruhe kommt. Bremsen man dann die Achse durch Auflegen des Fingers, so bleibt das Kreuz etwas hinter der Phase des Wechselstroms zurück, es erfährt eine Phasenverschiebung, die man bei vorsichtigem Bremsen bis 30° treiben kann, ohne daß der Motor zum Stillstand kommt. Je größer die Phasenverschiebung, desto größer die Arbeitsleistung.

Bei Beleuchtung mit einer kleinen Glühlampe bemerkt man, daß der nun erscheinende unscharfe Stern gegen den „Glimmlampenstern“ gedreht ist, obwohl doch der erregende Strom in beiden Lampen die gleiche Phase hat. Dies ist eine Trägheitserscheinung der Temperatur des Glühfadens. Die höchste Fadentemperatur wird erst erreicht, wenn die Stromstärke schon wieder abgenommen hat. Es ist eine

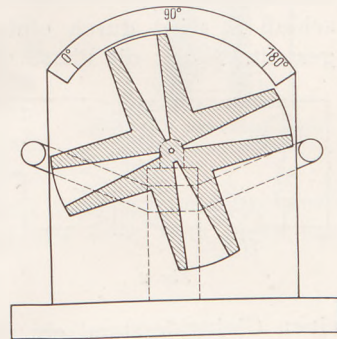


Fig. 1 a.

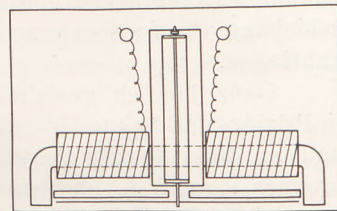


Fig. 1 b.

Verschiebung um 50° zu beobachten. Die Tatsache, daß die Zündspannung einer Glimmlampe etwas höher ist als die Löschspannung, bewirkt eine Verspätung der Glimmlampe, die den Phasenunterschied zwischen Stromstärke und Temperatur des Glühfadens etwas zu klein erscheinen läßt. Doch kann dies nur sehr wenig ausmachen.

Im Gegensatz zu den besprochenen Phasenverschiebungen, deren Grund in mechanischen Trägheitserscheinungen beziehungsweise solchen der Wärme zu suchen ist, sollen nun noch einige rein elektrische Versuche beschrieben werden.

Die Versuchsanordnung, durch die sich die Verschiebung von Strom und Spannung in der Primärspule des Transformators zeigen läßt, ist in Fig. 2 schematisch dargestellt. Zwei kleine Glühlämpchen liegen in Haupt- und Nebenschluß zur Primärspule P des Transformators. Das im Hauptschluß liegende L_i ist durch einen veränderlichen Parallelwiderstand vor Überlastung zu schützen, das Lämpchen im Nebenschluß L_e wird durch einen großen Vorschaltwiderstand auf gleiche Helligkeit eingestellt. L_i hat die Phase von i , L_e die von e im Primärkreis.

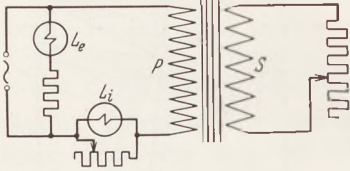


Fig. 2.

Zunächst liegen dann die Flügel des stroboskopischen Kreuzes, das vom Lämpchen L_i auf der rotierenden Scheibe erscheint, genau zwischen denen, die von L_e hervorgerufen werden. Die Verschiebung von i gegen e beträgt also 90° . Auch wenn der Transformator dem Synchronmotor treibt, ist seine Belastung gering, wenn es sich um ein größeres Modell handelt, so daß die Abweichung von 90° nur klein ist. Nun schaltet man in den Sekundärkreis einen Gleitwiderstand ein und steigert die Belastung des Transformators durch Ausschalten des Widerstands. Dabei beobachtet man, wie die Stromstärke im Primärkreis zunimmt (Nährücken des Parallelwiderstands von L_i !) und gleichzeitig die Verschiebung von i gegen e zurückgeht. Es gelingt leicht, Schwankungen von 40° hervorzubringen.

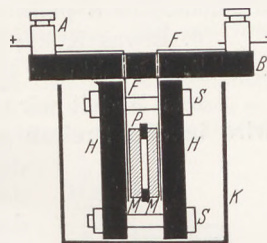
Ganz ähnlich gestaltet sich die Messung der Phasendifferenz der Spannungen in Primär- und Sekundärkreis. Das Lämpchen L_e bleibt unverändert, L_i wird entfernt und an die Pole der Sekundärspule angeschlossen. Bei unbelastetem Transformator brennen L_e und L_s phasengleich, ihre stroboskopischen Kreuze decken sich. Sobald man aber die Sekundärspule belastet, rücken die Sterne auseinander. Auch bei diesem Versuch sind 30° gut erreichbar.

Die Untersuchung der Phasenverschiebung durch Selbstinduktion und Kapazität ist so einfach, daß Andeutungen genügen werden. Außerdem finden sich darüber in der Literatur der neueren Zeit ausführliche Mitteilungen. Es wird in den zu untersuchenden Stromkreis ein Glühlämpchen eingeschaltet und damit die rotierende Scheibe beleuchtet. Das nun sichtbare Kreuz ist gegen die „Normallage“ gedreht um den halben Winkel der Phasenverschiebung. Beim Vergrößern der Selbstinduktion und Verringern des OHMSchen Widerstandes (damit die Stromstärke unverändert bleibt) dreht sich dann das Kreuz im entgegengesetzten Sinne des Scheibenumlaufs, bis die Phasenverschiebung bei reiner Selbstinduktion 90° geworden ist. Zur Untersuchung der Kondensatorwirkung schaltet man am besten die Kapazität und den OHMSchen Widerstand parallel. Beide werden gleichzeitig vergrößert, so daß der Gesamtstrom gleich bleibt. Man beobachtet dabei auf der Scheibe, wie das Kreuz in deren Umlaufsinne gedreht wird. Dadurch wird das Voreilen des Stromes gegen die Spannung ebenso deutlich, wie bei der Selbstinduktion das Zurückbleiben, und das Zusammenfallen der stroboskopischen Erscheinungen bei reiner Selbstinduktion und reiner Kapazität wird sofort als eine Phasenverschiebung um 180° erkannt. Um den Schülern das Auseinanderhalten der beiden Kreuze zu erleichtern, kann man die Lämpchen durch gefärbte Gläser die Scheibe beleuchten lassen.

Für die Praxis.

Der elektrooptische Kerr-Effekt. Von Dr. Werner Lange in Dresden. — Im folgenden soll eine einfache Kerrzelle beschrieben werden, die für wenige Mark herzustellen ist und eine für Demonstrationszwecke im Unterricht vollauf hinreichende Leistungsfähigkeit besitzt.

Eine Küvette *K*, $18 \times 35 \times 35$ mm, bildet den Behälter für das Nitrobenzol und den Kondensator (siehe die Figur). Dieser wird von zwei Messingplatten *M* gebildet, $15 \times 15 \times 4$ mm, die einen Spalt von etwa 0,2 mm freilassen. Zur gegenseitigen Isolation verwendet man paraffiniertes Papier eines alten Papierkondensators (Telefonkondensator), das in mehreren Lagen geschichtet wird. Zusammengepreßt wird das Ganze durch zwei Hartgummibacken *H* und zwei Schrauben *S*. Damit man die nötige Spannung anlegen kann, führt je ein Streifen Kupferfolie *F*, der zwischen *H* und *M* eingeklemmt wird, zu den Klemmen *A*, die auf der horizontalen Hartgummiplatte *B* aufgeschraubt sind. Als Spannungsquelle dient ein Gleichrichter für 300 bis 400 Volt, wie er für Radiozwecke verwendet wird.



Kerrzelle, aus einfachsten Mitteln herstellbar.

Es sei darauf hingewiesen, daß der Hartgummi nicht tagelang im Nitrobenzol stehen soll, da sonst beides leidet. Für Experimentierzwecke wird man diese Einschränkung nicht als starkes Hindernis empfinden.

Nützliche Winke für elektrische Versuche. Von F. Brandstetter in Melk (Niederösterreich).

1. Die Elektrisiermaschine kann auch unter sehr ungünstigen Feuchtigkeitsverhältnissen zuverlässig in Gang gebracht werden, wenn man sie mit einem Föhnapparat ganz aus der Nähe warm erhält.

2. Es kommen jetzt Hochvoltröhren in den Handel, die unmittelbar aus dem Gleichstromnetz und bei Verwendung als Oszillator auch ohne Gleichrichter aus dem Wechselstromnetz geheizt werden können. Ohne einer Heiz- oder Anodenbatterie oder eines Transformators zu bedürfen, kann man eine solche „Ostarröhre“ für 220 Volt verwenden, um die Versuche mit stehenden Wellen an Drähten nach LECHER einfach und sicher vorzuführen. Es wird die Dreipunktschaltung mit nur einem Drahtbügel als Spule verwendet. Der Gitterblockkondensator ist von der Zwergtype bis 300 cm. Sonst ist nur noch ein Widerstand von 10 bis 20000 Ohm zwischen Gitter und Kathode (Pol) und je eine Drosselspule von 10 bis 20 Windungen in den Zuleitungsdrähten und in der Gitterleitung notwendig. Die Ableitung von der Mitte des Bügels führt statt zur Anodenbatterie zu der Heizleitung, die nicht mit der Kathode verbunden ist. Die Koppelung mit den LECHERdrähten erfolgt induktiv, letztere werden mit Fibrestreifen gespannt.

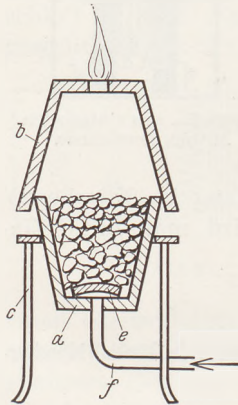
Demonstrationsversuch „Hochofen“. Von W. Heldmann in Frankfurt a. M. Die Metallurgie des Eisens ist ein undankbares Kapitel im Chemieunterricht; die Kenntnisse vom Hochofen, vom Puddelverfahren usw. werden dem Schüler durch Vortrag übermittelt, durch Wandbilder oder Lichtbilder wird die Darstellung einigermaßen belebt. Zur Besichtigung einer Hochofenanlage aber bietet sich nur selten Gelegenheit.

Die Schüler bringen dem genannten Stoff weit mehr Interesse entgegen, wenn man gelegentlich seiner Behandlung ein kleines Hochofenmodell vorführt, wie es im folgenden beschrieben ist.

Zur Ausführung des Versuches werden benötigt:

1. Zwei Blumentöpfe; der eine (*a*, siehe Figur) etwa 10 cm hoch mit 10 cm oberem Durchmesser, der andere (*b*) etwas größer.
2. Ein Dreifuß (*c*).
3. Ein Gebläse. Es kommt entweder ein Blasebalg mit Windkessel oder ein elektrisch betriebenes oder ein Wasserstrahlgebläse in Betracht.
4. Eine gewölbte Tonscherbe (*e*).
5. Ein rechteckig gebogenes Glasrohr (*f*), das gerade in das Bodenloch des Blumentopfes *a* paßt.
6. Etwas Koks; die einzelnen Stücke sollen etwa Haselnußgröße haben.
7. Gemahlener Roteisenstein bzw. Eisenoxyd.

Das Modell wird folgendermaßen in Betrieb gesetzt: Der kleinere Blumentopf *a* wird in den Dreifuß gesetzt. Die Glasröhre *f* wird durch einen Gummischlauch mit dem Gebläse verbunden, in ein Stativ gespannt und so eingestellt,



damit sie nur wenig in das Bodenloch des Blumentopfes hineinragt, damit sie nicht nachher infolge der starken Hitze zuschmilzt. Über das Bodenloch legt man die Tonscherbe *e*; der von unten kommende Luftstrom wird so ausgebreitet und durchzieht gleichmäßig die ganze Füllung. — Auf die Tonscherbe bringt man eine Lage Koks von etwa 2 cm Höhe und richtet von oben einen kräftigen Bunsenbrenner, besser noch einen Gebläsebrenner, dagegen, während gleichzeitig von unten Luft zuströmt. Wenn der Koks glüht, wird eine zweite Lage aufgelegt, eine dritte usw. Der Bunsenbrenner darf erst entfernt werden, wenn der Blumentopf etwas über die Hälfte gefüllt ist; erst dann brennt der Koks selbständig weiter. Schließlich wird bis zum oberen Rande aufgefüllt, wobei man Eisenoxyd, im ganzen 10 bis 15 g, unter die Koksstücke mengt. Dann wird der größere Blumentopf, der „Schacht“, auf den unteren, die „Rast“, gesetzt.

Die Wandung der Rast gerät allmählich ins Glühen, aus der Bodenöffnung des oberen Topfes brennen die „Gichtgase“ heraus. — Am besten setzt man den Hochofen gleich zu Beginn einer Doppelstunde in Betrieb und stellt am Ende der ersten Stunde den „Wind“ ab. Dann hat sich der Ofen am Ende der zweiten Stunde so weit abgekühlt, daß man ihn ausleeren und den Inhalt auf Eisen untersuchen kann. Man findet bis bohnen große Stücke Eisen mit Schlacke vermischt, die von einem kräftigen Dauermagneten angezogen werden. — Hat man mehr Zeit zur Verfügung, so kann man während des Betriebes nachfüllen, indem man den Schacht mit einer Tiegelzange vorübergehend abhebt.

Es empfiehlt sich sehr, den Versuch im Abzug anzustellen.

Beim Abkühlen springt bisweilen „Schacht“ oder „Rast“, eine günstige Gelegenheit, um an den viele Jahre dauernden, ununterbrochenen Betrieb eines wirklichen Hochofens zu erinnern.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Über eine erschütterungsfreie Aufstellung für empfindliche Meßinstrumente¹. Bericht von Dr. C. HEINRICH in Swinemünde.

Die Frage nach der erschütterungsfreien Aufstellung empfindlicher Meßinstrumente ist für alle

die Laboratorien von Bedeutung, die nahe starkem Straßenverkehr liegen. Dies gilt beispielsweise in besonders starkem Maße für das physikalische Institut der Universität Berlin, in dem die hier im kurzen Überblick wiedergegebene umfangreiche Arbeit verfaßt wurde.

Unter den gegen mechanische Kräfte zu schützenden Meßinstrumenten werden hier stets

¹ Nach der gleichnamigen Arbeit von RUDOLF MÜLLER: Ann. d. Physik (5), 613—657 (1929).

solche verstanden, bei denen ein an einem Faden aufgehängtes System, das mit Spiegelablesung versehen ist, Drehungen um die Vertikale und Pendelschwingungen in einer Vertikalebene ausführen kann (Galvanometer, Mikroradiometer).

So besteht auch der „Erschütterungsmesser“, der die verschiedenen Vorrichtungen auf ihre Brauchbarkeit nach dieser Richtung hin prüfen soll, aus einem an einem Quarzfaden hängenden dünnen Kupferdraht (0,8 mm dick), der einen Spiegel und am Ende eine Aluminiumscheibe trägt. Absichtlich ist hier die Drehachse gegen die Hauptträgheitsachse des Systems durch eine Z-förmige Knickung des Drahtes verlagert, da sich dann äußere Impulse besonders störend durch ein Drehmoment des Systems um die Vertikalachse bemerkbar machen. „Bei 3,5 m Skalenabstand zeigte das System, auf einem zu den meisten Versuchen verwendeten Wandtisch aufgestellt, im Fernrohr horizontale Schwingungen bis 2 mm und vertikale Schwingungen bis 3 mm, wobei sich die für Erschütterungen typischen unaufhörlichen kleinen, sehr schnellen Schwingungen überlagerten, so daß ein Ablesen, auch nur näherungsweise, vollständig ausgeschlossen war“.

Als erste Vorrichtung zum Schutze gegen äußere mechanische Störungen wird die sog. „JULIUSsche Aufhängung“ untersucht¹. An einem stabilen Wandbrett oder der Zimmerdecke hängt an drei 2 bis 3 m langen Drähten aus Stahl oder weichem Eisen ein Gestell aus zwei starken kreisförmigen Holzbrettern, die durch drei Metallstäbe miteinander verbunden sind. Da diese Aufhängung örtlich gebunden und überhaupt nicht überall anzubringen ist, so kam man zu der Frage, ob es möglich sei, mit einfachen Mitteln eine leicht transportable und bequem zu handhabende Vorrichtung zu konstruieren, die nicht an Drähten aufgehängt ist, sondern auf einem festen Fußboden oder Tisch aufgestellt werden kann, und die in bezug auf Verringerung der mechanischen Erschütterungen mindestens dasselbe leistet wie die JULIUSsche Aufhängung.

Über die theoretischen Erwägungen und experimentellen Zwischenlösungen will ich hier nicht eingehend berichten, vielmehr mich mit der Aufklärung der drei Gedanken begnügen, die der neuen Vorrichtung im Anschluß an die Ergebnisse der Voruntersuchung zugrunde gelegt worden sind.

a) Es wird auf eine merkliche Dämpfung der Vertikalkomponente eines störenden Impulses verzichtet.

b) Zur genügenden Dämpfung der Horizontalkomponente einer Störung muß die Aufhängung selbst eine große Translationsschwingungsdauer in horizontaler Richtung haben und möglichst lose mit dem Erdboden gekoppelt sein.

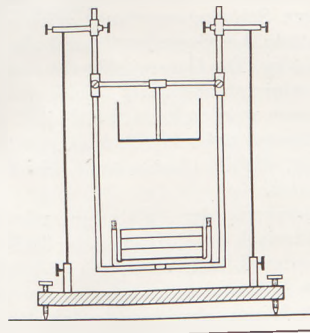
c) Als äußerst wirksam zur Dämpfung von Translations- und Rotationsschwingungen erwies sich eine Flüssigkeitsdämpfung, bei der die innere

Reibung der Flüssigkeit ausgenutzt wird, und die der Dämpfung durch Watte weit überlegen ist.

Die folgende Figur nebst der dem Aufsatz von RUDOLF MÜLLER entnommenen Beschreibung gibt einen Eindruck von der Vorrichtung, zu der der Verfasser schließlich gelangte und die durch D.R.P. Nr. 460543 geschützt ist. Die Figur ist nicht maßstabgerecht, soll vielmehr nur das klarstellen, was die Beschreibung nicht genau erkennen läßt.

Die Vorrichtung besteht aus einer Grundplatte, die die elastischen Stäbe trägt, und aus dem Gestell, das auf die Stäbe aufgesetzt wird und das Instrument und die Dämpfungsanlage trägt.

Die Grundplatte ist ein äußerst stabiles, auf drei verstellbaren Fußschrauben ruhendes Dreieck



Skizze der die Erschütterung mindernden Apparatur.

aus Messingguß. Die drei 4 mm dicken Messingstäbe, deren Entfernung voneinander 44 cm beträgt, sind unten zunächst in geschlitzte Messingstücke eingespannt, die oben durch einen mit einer Schraube versehenen Ring fest zusammengepreßt werden. Das Messingstück selbst ist in einer Mutter in einer es umschließenden Röhre um 1 cm vertikal verschiebbar, und zwar so, daß es sich nicht um die Vertikalachse drehen kann. Es wird außerdem in der endgültigen Stellung durch eine Druckschraube fest an die Rohrwandung gepreßt. Auf der vorderen Dreieckseite ist rechtwinklig zu ihr noch vorn ein kurzer Arm angebracht, der eine Libelle trägt. Diese ist in der Figur sichtbar.

Das Gestell besteht aus drei Aluminiumstäben von 46 cm Länge und 12 mm Dicke, die durch zwei stabile, sternförmige Gebilde aus Duraluminiumguß zusammengehalten werden. Der obere Stern ist in vertikaler Richtung verschiebbar und trägt auf der Oberseite Nuten zur Aufnahme der Fußschrauben des Instruments. Auf seiner Unterseite ist ein abnehmbares Messinggefäß befestigt, das zur Aufnahme des Zusatzgewichts (Bleischrot) dient.

In den unteren Stern sind die Stäbe des Gestells fest eingesetzt. Er trägt die mit Schrauben befestigte Dämpfungsanlage. Diese besteht aus vier übereinandergestellten, fest verlöteten Schalen aus dünnem Zinkblech von 38 cm Durchmesser und 12 mm Höhe. Die oberste Schale ist durch einen fest verlöteten Deckel geschlossen. An jeder

¹ Siehe auch Wied. Ann. 56, 151 (1895); Z. Instrumentenkde. 16, 267 (1896); 18, 85 (1898); Ann. d. Physik 18, 206 (1905).

Schale sind zwei dünne Messingröhren zum Einfüllen befestigt, die mit Korken verschlossen sind. Jede Schale ist mit etwa 750 ccm Paraffinöl gefüllt, was hier einer Höhe von etwa 6 mm entspricht. Auch bei einer kleinen Neigung oder Verbiegung der Schalen würde also die Flüssigkeit frei schwingen können, ohne den Deckel zu berühren.

Oben sind an die Gestellstäbe Messingstücke angeschraubt, die mit dem anderen Ende auf die elastischen Stäbe einfach aufgesetzt und dann verschraubt werden. Die elastischen Stäbe bekommen so von den Gestellstäben einen Abstand von etwa 4 cm.

Für die elastischen Messingstäbe hat sich eine Länge von 45 bis 50 cm (nicht eingespannter Teil) empfehlenswert erwiesen. Die zur Herstellung der notwendigen Schwingungsdauer erforderliche Gesamtbelastung des Gestells schwankt hierbei etwa von 10 bis 5 kg. Die Gesamthöhe des Apparats, der leicht in einen vollständig dichten Luftschutz eingeschlossen werden kann, beträgt 60 bis 70 cm.

Der Apparat hat schließlich eine Arretierungsvorrichtung, die die elastischen Stäbe gegebenenfalls entlastet.

Vor Benutzung der Aufstellung wird zunächst das Grunddreieck durch Drehen der Fußschrauben mit Hilfe der Libelle waagrecht gestellt; die elastischen Stäbe stehen dann genau senkrecht. Das frei im Raum schwingende Gestell wird dann außer mit dem Instrument so lange durch Einfüllen von Bleischrot in das Gefäß belastet, bis die Schwingungsdauer (Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Umkehrpunkten) 2 Sekunden beträgt. Nach Herstellung dieser Schwingungsdauer und dem Anziehen der Schrauben ist die Aufstellung gebrauchsfertig.

Sie bewies auch in höheren Stockwerken auf allen Wandtischen und bei sehr festem Fußboden auch auf freistehenden Tischen ihre Eignung und zeigte sich der JULIUSschen Aufhängung in ihrer dämpfenden Wirkung nicht nur gleichwertig, sondern auch häufig überlegen.

Preßluft im physikalischen Laboratorium. Von L. SIEVERT in Berlin-Dahlem.

Versuche mit Preßluft im physikalischen Unterricht anzustellen, bereitet Schwierigkeiten, weil es an geeigneten Kompressoren mangelt. Die Entnahme von Preßluft aus einer Stahlflasche ist ein zu teurer Behelf. Für Chemie werden Druckluftzeuger angeboten, die nach dem Ventilatorprinzip gebaut sind; sie eignen sich für physikalische Versuche im allgemeinen nicht, da der Druck nicht ausreicht. Seit einigen Jahren werden die GAEDESchen Ölluftpumpen mit einer Einrichtung zur Entnahme von Preßluft (etwa 2 kg/cm²) versehen. Besitzt eine physikalische Sammlung eine befriedigend arbeitende Luftpumpe anderer Konstruktion, so kommt die Beschaffung der GAEDEPumpe kaum in Frage, zumal der damit erzeugte Luftstrom nicht ölfrei ist.

Es sei nun auf einen billigen, befriedigend arbeitenden und für die meisten Zwecke des

physikalischen Schulunterrichts genügenden Kompressor hingewiesen, den K-Kompressor der Knorr-Bremse A.-G., Berlin O. 112, Lichtenberg, Neue Bahnhofstr. 9—17. Die kleinste Type V 1,2/85 mit der Förderleistung 9 l/Min. hat sich als völlig ausreichend bewährt. Der Preis beträgt RM 80.—. Zum Betrieb sind mindestens 66 Watt erforderlich.

Der Kompressor (Höhe: 17 cm; Länge, Breite: max. 10 cm bzw. 6 cm; Gewicht: 2,7 kg) ist als Kolbenpumpe gebaut. Im Dauerbetrieb (Drehzahl 1000/Min.) kann Preßluft von 3 kg/cm² entnommen werden; für Minutenbetrieb läßt sich der Druck auf 8 kg/cm² steigern. Im umgekehrten Arbeitsgang erzeugt das Gerät als Luftpumpe ein Vakuum von etwa 10% des Normaldruckes. Die Wartung ist äußerst einfach: es genügt, etwa halbjährlich einmal Schmierfett („Ambroleum“, an jeder Tankstelle zu haben) nachzufüllen. Die erzeugte Preßluft ist ölfrei.

Als Antriebsmotor wählt man zweckmäßig einen Gleichstrommotor von höherer Leistung und größerer Drehzahl (etwa 150 Watt und 1500 Umdrehungen/Min.), der mit dem Kompressor direkt gekuppelt ist. Dann kann man durch Variieren der Spannung die Drehzahl in weiten Grenzen ändern und damit den Preßluftstrom auf den gewünschten Druck bringen. So haben sich z. B. beim Anblasen einer GALTON-Pfeife folgende Daten ergeben (Motor¹: 110 Volt, 1,8 Ampere, 1500 Umdrehungen/Min. normal):

Volt	Amp.	Drehzahl	Druck in kg/cm ²	
40	2,2	670	1,5	Zehntel geschätzt
62	1,9	920	2,5	
68	1,9	1000	3,0	
78	1,8	1100	3,5	
84	1,8	1200	4,0	

Die Tonhöhe hatte hierbei keinen Einfluß auf den Manometerstand, wenigstens nicht für den untersuchten Frequenzbereich zwischen 14000 und 34000 Hertz.

Es liegt auf der Hand, daß sich bei dieser hohen Sendeenergie die schönen, von R. W. POHL angegebenen Versuche mit kurzen Schallwellen in überaus wirkungsvoller Weise anstellen lassen, auch wenn man als Empfänger die relativ träge KRÖNCKESche Resonanz- (Sand-) Röhre² in den Brennpunkt des zweiten Spiegels bringt.

Transformiert man den von dem Kompressor gelieferten Luftstrom hoher Spannung und geringer Stromstärke durch einen „Luftinjektor“ (E. LEYBOLDS Nachf.) unter erheblicher Vergrößerung der Luftstromstärke auf eine geringere Spannung, so lassen sich mit dem Gerät weitere Versuche anstellen: Anblasen von Pfeifen und

¹ Im Althandel RM 15.— bei: Metall- und Feindraht G. m. b. H. in Berlin-Charlottenburg, Franklinstr. 9. Ein Besuch der Altwarenlager ist sehr zu empfehlen.

² Physik. Z. 1932, 733.

Sirenen, Betrieb großer Gebläselampen u. dgl. In dieser Form reichte das Gerät für das gleichzeitige Anblasen von 2 bis 3 größeren Lippenpfeifen aus, die auf einer Windlade standen.

Als sehr zweckmäßig hat sich folgende Zusammenstellung erwiesen: Auf einem durch Querleisten versteiften Grundbrett ($37 \times 30 \times 4$ cm) stehen, direkt auf Eisenplatten gekuppelt, der Motor und der Kompressor. Eine metallene Luftrohre verbindet den Kompressor mit einer auf dem gleichen Brett stehenden, von Flanschen gehaltenen Stahlflasche (500 cm^3), die mit einem Manometer versehen ist. An diese wird durch einen Schlauchansatz mit Überfallmutter der einen Schlauchansatz mit Überfallmutter der $5\frac{1}{2}$ m lange umspinnene Druckschlauch be-

festigt, der am anderen Ende das sehr zweckmäßige Kuppelungsstück der Knorr-Bremse A.-G. trägt. Man steckt dieses einfach auf einen Schlauchansatz, und damit ist eine luftdichte Verbindung hergestellt, die mehr als 5 Atmosphären aushält.

Eine weitere Ergänzung ist geplant: Vor die Stahlflasche soll ein Dreiwegehahn gelegt werden. Man ist dann in der Lage, die Flasche mit Luft von Überdrücken von 1 bis etwa 8 Atm. zu beschicken und den Überdruck in einen nach Raumteilen der Flasche zu eichenden Rezipienten zu entladen. Die Beziehung: Das Produkt aus Druck und Volumen ist konstant, springt dann sofort in die Augen.

2. Forschungen und Ergebnisse.

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

Die Untersuchungen, über die zuletzt in dieser Zeitschrift 44, 79 (1931) berichtet wurde, sind seitdem in mannigfacher Weise fortgesetzt worden. Die Versuche von BOTHE und KOLHÖRSTER hatten eine Korpuskularstrahlung von so großem Durchdringungsvermögen ergeben, daß sie nach Ansicht der Autoren allein ausreichte, alle bisher bekannten Wirkungen der durchdringenden Höhenstrahlung, für die sich der kürzere Name Ultrastrahlung durchzusetzen beginnt, zu erklären. Diese Versuche sind unter anderen von BRUNO ROSSI fortgeführt worden [Z. f. Physik 68, 64 (1931)]. Der Zweck seiner Arbeit war hauptsächlich zu entscheiden, ob die Ultrastrahlung rein korpuskulären Charakters, oder ob, wie bisher angenommen, die Primärstrahlung eine γ -Strahlung sei, die die Korpuskularstrahlung im durchgesetzten Mittel auslöste. Nach seiner Ansicht werden nur die Korpuskularstrahlen von den zur Messung der Ultrastrahlung benutzten Instrumenten direkt wahrgenommen. Unter der Intensität der Ultrastrahlung sei daher die der lokal vorhandenen Korpuskularstrahlung zu verstehen, und die sog. Absorbierbarkeit der ersteren werde gewöhnlich durch den Intensitätsunterschied der letzteren ober- und unterhalb einer bestimmten Absorbierschicht definiert. Sie sollte mit der eigentlichen Absorbierbarkeit der Ultrastrahlung übereinstimmen, wenn die gesamte Korpuskularstrahlung ihren Ursprung oberhalb des Absorbers hat; sie wird aber von ihr verschieden sein, falls in der Absorbierschicht selbst neue Korpuskularstrahlen durch eine γ -Strahlung ausgelöst werden. Zur Entscheidung dieser Frage wurden wie bei BOTHE und KOLHÖRSTER zwei Zählrohre benutzt und die gleichzeitigen Ausschläge beobachtet, die den Durchgang derselben Korpuskel durch beide Rohre anzeigten. Dabei wurde anstatt der zu schwerfälligen Registriermethode von BOTHE und KOLHÖRSTER eine von BOTHE und ROSSI neu ausgearbeitete automatische Methode angewendet, bei der die Stromstöße über Doppelgitterröhren zur Verstärkung geleitet und die Koinzidenzen

durch einen Telephongesprächszähler summiert wurden. Die Absorber waren Bleiklötze, die über die Zählrohre oder zwischen sie gestellt werden konnten. Die Versuche fanden in einem Raume des obersten Stockwerks der physikalisch-technischen Reichsanstalt in Charlottenburg statt. Zunächst ergab sich, daß ein 9,7 cm dicker Bleiklotz zwischen den Zählrohren die Häufigkeit der Koinzidenzen um $(16 \pm 3)\%$ herabdrückte, was mit den Feststellungen von BOTHE und KOLHÖRSTER gut übereinstimmte. Dabei waren die Zählrohre im Gegensatz zu den Versuchen dieser Autoren in einem Bleipanzern untergebracht, der zur Vorfiltrierung der Strahlung diente, um etwaige störende Übergangseffekte in der Zone Luft-Blei zu vermeiden, die den Versuchen von BOTHE und KOLHÖRSTER mit dem Goldblock zum Vorwurf gemacht worden waren (diese Zeitschrift 44, 82; 1931). Die Hauptversuche aber bestanden darin, daß die 9,7 cm dicke Bleischicht abwechselnd über und zwischen die beiden Rohre gebracht und die Zahlen der Koinzidenzen verglichen wurden. Die Schwächung der schon vorhandenen Korpuskularstrahlung durch die Bleischicht ist in beiden Fällen dieselbe; dagegen können die im Blei etwa ausgelösten Sekundärstrahlen nur im ersten Koinzidenzen hervorrufen, da sie im zweiten nur ein Rohr treffen können. Das Ergebnis einer ausgedehnten Versuchsreihe war folgendes: Wenn das Blei oben lag, wurden in 149 Stunden 58 Minuten 20 081 Koinzidenzen gezählt; wenn es sich zwischen den Rohren befand, in derselben Zeit 19 289, so daß der Unterschied 792 betrug. Da der mittlere statistische Fehler dabei ± 200 war, ist der 4mal so große Unterschied als reell anzusehen und wird dahin gedeutet, daß außer der Korpuskularstrahlung eine Ultra- γ -Strahlung vorhanden ist, die auch noch im Meeresniveau sekundäre Korpuskularstrahlen auslöst. Die Absorption der Ultrastrahlung und der Korpuskularstrahlung sind demnach in der Tat nicht gleich, sondern verhalten sich nach einer einfachen Rechnung wie 1,2: 1,6, und 4% der unter 9,7 cm Blei beobachteten Korpuskularstrahlung sollten dann im Blei selbst ausgelöst werden.

Von LEO TUWIM sind Zählrohrmessungen vorgenommen worden, um die Abhängigkeit der

Ultrastrahlung von der Richtung zu untersuchen (Sitzungsber. preuß. Akad. Wiss., Physik.-math. Kl. 5, 1931). Die bisher mit Ionisationskammern unter Ausblendung bestimmter Teile der Himmelskugel durch absorbierende Substanzen ausgeführten Richtungsmessungen hatten in der Mehrzahl eine gleichmäßige Verteilung der Ultrastrahlung über alle Richtungen ergeben. Allerdings waren die Panzerstärken noch lange nicht zur vollständigen Absorption ausreichend, so daß in Wirklichkeit nur die Richtungsverteilung der weichen Strahlungsbestandteile bestimmt wurde. Bei ihren Versuchen mit den beiden Zählrohren hatten BOTHE und KOLHÖRSTER beobachtet, daß die Zahl der Koinzidenzen je Zeiteinheit sehr von dem Winkel abhing, den die zu den horizontalen und parallelen Achsen Senkrechte mit der Vertikalen bildete, und wenn die Rohre übereinander lagen, 2 bis 3mal so groß war wie bei den Rohren nebeneinander, woraus geschlossen wurde, daß die Vertikale Vorzugsrichtung ist (diese Zeitschrift 44, 81; 1931). Wenn dies der Fall war, mußte die Zahl der Korpuskeln, die in einer bestimmten Zeit ein Zählrohr durchsetzen, bei verschiedener Neigung des Rohrs gegen die Vertikale auch verschieden sein, und zwar um so größer, je größer die senkrechte Projektion der Oberfläche des Rohrs auf die horizontale Ebene ist. Eine einfache Überlegung zeigt ferner, daß dieser Unterschied um so ausgeprägter sein muß, je kleiner der Radius gegenüber der Länge des Rohrs ist. Es ergab sich also die Möglichkeit, die Richtungsverteilung der Ultrastrahlung ohne Ausblendung durch Panzer mit Hilfe eines einzigen längeren Zählrohrs zu untersuchen, indem dieses um eine horizontale Achse gedreht und die Zahl der Stromstöße in den verschiedenen Lagen für eine bestimmte Zeit gezählt wurde. Solche Messungen wurden über dem Bodenpanzer des Höhenstrahlungslaboratoriums in Potsdam ausgeführt, so daß im wesentlichen allein die Ultrastrahlung und die nur 6% von ihr betragende Luftstrahlung wirksam, die Bodenstrahlung aber ausgeschaltet war. Es ergab sich in der Tat ein vertikaler Richtungseffekt, indem die Zahl der Stromstöße je Zeiteinheit im Mittel von 82 bis 100 v. H. anstieg, wenn das Rohr aus der horizontalen in die vertikale Lage gedreht wurde.

Die Ergebnisse der Ballonfahrten von KOLHÖRSTER bis zu 9000 m Höhe (diese Zeitschrift 40, 275; 1927) sind von diesem Forscher und Herrn TUWIM einer Neuberechnung unterzogen worden (Naturwiss. 1931, S. 574) mit dem Ergebnis, daß der Absorptionskoeffizient der Ultrastrahlung mit abnehmender Höhe von 9 bis 6 km zu, darunter wieder abnimmt, so daß sein Maximum bei etwa 6500 m über Meeresspiegel oder 4,23 m Wasseräquivalent unter Atmosphäregipfel gelegen ist. Diese Tatsache wird dahin gedeutet, daß die primäre Strahlung sich von 9 bis 6 km allmählich erst mit Sekundärstrahlen sättigt. Die Abnahme des Absorptionskoeffizienten von 6 km bis zum Erdboden wäre dann eine Folge der Inhomogenität der Höhenstrahlung und hauptsächlich durch die Absorption der weichsten Bestandteile bedingt.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen MILLIKAN und CAMERON (Phys. Rev. 37, 235; 1931). Diese Forscher haben die Absorptionskurve der Ultrastrahlung (diese Zeitschrift 43, 170; 1930) noch weiter vervollkommen. Die Art ihres Vorgehens dabei war dieselbe wie früher, nur daß die Empfindlichkeit der Elektroskope noch gesteigert wurde, um schwache Wirkungen in größeren Wassertiefen deutlicher herauszubringen und genauere Ergebnisse bei Beobachtungen in großen Höhen zu erhalten.

Als Schauplatz der Versuche wurden wieder der Arrowhead und Gem Lake in Kalifornien (diese Zeitschrift 40, 276; 1927) gewählt und die Unterwasserversuche in diesen Seen durch Landversuche ergänzt, die bis zum Gipfel des Pikes Peak (4300 m) hinaufreichten. Die so erhaltene Absorptionskurve ist in größeren Wassertiefen in guter Übereinstimmung mit den Messungen von REGENER (diese Zeitschrift 33, 80; 1930), die sich allerdings auf viel größere Tiefen ausdehnen. Sie ergibt zwischen 40 und 80 m eine homogene Strahlung mit dem Absorptionskoeffizienten $\mu = 0,028$ je Meter Wasser, der also fast nur halb so groß war wie der der härtesten Komponente der früheren Beobachtungen. Auch in ihren obersten Teilen wurde die Kurve erheblich berichtigt. Der Absorptionskoeffizient im obersten Teil der Wasserkurve von 1928 war 0,22 je Meter Wasser, der der neuen Kurve ist 0,27 und der des obersten Teils der Landkurve 0,35 je Meter Wasser. Die nach denselben Grundsätzen wie früher durchgeführte Analyse der Kurve ergab statt der drei Komponenten von früher jetzt deren 4 mit den Absorptionskoeffizienten 0,80; 0,20; 0,10 und 0,028. Wurden als Ursachen dieser Strahlungen die Synthesen von He, O, Si und Fe aus H zugrunde gelegt, so berechneten sie wie früher (diese Zeitschrift 43, 171; 1930) die betreffenden Koeffizienten zu 0,7957; 0,2409; 0,1418; 0,0754. Um die Diskrepanz besonders zwischen dem letzten und dem entsprechenden beobachteten Werte zu erklären, gehen die Autoren auf den Absorptionsvorgang näher ein. Wenn eine γ -Strahlung (Photonenstrom) auf Materie trifft, wird sie erst eine gewisse Schichtdicke durchsetzen müssen, bevor sie sich mit der von ihr erregten Sekundärstrahlung gesättigt hat, d. h. bis so viel von jeder Art von Sekundärstrahlung je Sekunde verschwindet, als neu erzeugt wird. Während des Sättigungsvorgangs wird der Absorptionskoeffizient, der gemessen wird durch die Abhängigkeit der Ionisation je Kubikzentimeter von der Dicke der durchsetzten Schicht, kleiner sein als nach der Sättigung, weil die für die Ionisation maßgebende Sekundärstrahlung zunimmt. Dagegen muß der Absorptionskoeffizient des primären Photonstroms beim Auftreffen auf die absorbierende Schicht derselbe sein wie nach der Sättigung, vorausgesetzt, daß die Sekundärstrahlungen absorbierbarer sind als die primären, weil im Gleichgewicht der Prozentsatz der ersteren längs des Strahles derselbe bleibt, so daß sich die Primärstrahlung genau so ändert wie beim ersten Auftreffen auf die absorbierende Materie. Daraus

folgt, daß die Ionisation in einem geschlossenen Gefäß nicht an der Oberfläche der Atmosphäre ein Maximum sein sollte, sondern erst in einer gewissen Höhe unterhalb. Daß die berechneten Werte der obigen Absorptionskoeffizienten außer im Falle der Bildung von He aus H schlecht mit den gemessenen übereinstimmen, wird nun dadurch erklärt, daß diese Strahlung als die am meisten absorbierbare am ehesten gesättigt wird, während die aus der Kurve entnommenen Absorptionskoeffizienten der drei härteren Strahlungen noch nicht dem Sättigungszustande entsprechen.

Auf diese Weise erklärt sich auch das Ergebnis der Registrierballons, die MILLIKAN und BOWEN 1922 fliegen ließen (diese Zeitschrift 40, 27; 1927). Denn damals erreichte eines der Elektroskope die Höhe 15,5 km, bei der 0,92 der Atmosphäre zurückgelegt waren, und trotzdem zeigte es nur ein Viertel der Ionisation an, die nach den Ballonversuchen von HESS und KOLHÖRSTER zwischen 5 und 9 km zu erwarten gewesen wäre.

Während MILLIKAN und CAMERON die härteste Strahlungskomponente mit $\mu = 0,020$ der Synthese des Eisenatoms in interstellaren Räumen zuschreiben, wird namentlich von JEANS die Ansicht vertreten, daß sie durch die Vernichtung von Heliumatomen zustande kommt. Der Gedankengang, der z. B. kurz in einem Berichte „The Nature and Origin of Ultra-Penetrating Rays“ (Nature [Lond.] 1931, Nr 3214, p. 859), ausführlicher in einem Aufsätze und einem Vortrage von JEANS (Nature [Lond.] 1931, Nr 3207, p. 594 und Nr 3220, p. 105) auseinandergesetzt wird, ist im wesentlichen folgender: Die Masse des Photons, das dem Absorptionskoeffizienten μ entspricht, kann mit Hilfe einer Formel von KLEIN und NISHINA bestimmt werden:
$$\mu = \frac{2\pi N e^4}{m^2 c^4} \cdot f\left(\frac{M}{m}\right)$$
 wo M die gesuchte Masse, m die eines Elektrons ist, e seine Ladung, c die Lichtgeschwindigkeit und f eine Funktion, die bei großen Werten von $\frac{M}{m}$, und solche kommen bei der Ultrastrahlung allein in Frage, in der einfachen Form $f\left(\frac{M}{m}\right) = \frac{1}{4} \left(\frac{M}{m} + 2 \log \frac{2M}{m}\right)$ geschrieben werden kann. Dabei ist vorausgesetzt, daß die Absorption durch freie Elektronen verursacht wird, von denen N auf die Volumeneinheit kommen. Nun sind die Elektronen, die an der Absorption beteiligt sind, nie ganz frei, sondern mehr oder minder an andere Ladungen gebunden, und wenn ein Elektron an ein System der Masse m' gebunden ist, kann diesem Umstand dadurch Rechnung getragen werden, daß m in der Formel um einen Bruchteil von m' vermehrt wird, der größer oder kleiner ausfallen wird, je nachdem die Bindung fest oder lose ist. Auf diese Weise kommt ein lose gebundenes Elektron einem freien nahe, während eines, das eng an ein System größerer Masse wie ein Proton oder Atomkern überhaupt gekoppelt ist, sich wie ein Elektron großer Masse benimmt und nach der Formel zu der Absorption wenig beiträgt.

Die KLEIN-NISHINA-Formel ist an den γ -Strahlen radioaktiven Ursprungs geprüft worden. Im Falle der leichteren Elemente gibt sie Werte, die mit der beobachteten Absorption gut übereinstimmen, falls die nicht dem Kern angehörigen Elektronen des Atoms als frei angesehen, die Kernelektronen dagegen nicht berücksichtigt werden. Das letztere ist berechtigt, weil die Bindung der Kernelektronen in den leichteren Elementen so fest ist, daß selbst die härtesten γ -Strahlen radioaktiven Ursprungs ihnen nichts anhaben. Dagegen hat CHAO (Physic. Rev. Nov. 15., 1930) bei der Behandlung von Blei mit solchen Strahlen eine Streustrahlung entdeckt, die im Kern entstanden zu sein scheint, so daß einige der Kernelektronen des Bleis als loser gebunden und durch harte γ -Strahlen angreifbar zu betrachten sind. Noch weniger dürften sie den Ultrastrahlen widerstehen können, und es ist deshalb wahrscheinlich, daß das N der Formel bei Ultrastrahlen sich auf alle Elektronen, im Kern wie außerhalb, bezieht. Das kommt aber darauf hinaus, daß die Atomordnungszahl durch das Atomgewicht ersetzt und die absorbierende Kraft der Atome außer bei H mindestens verdoppelt wird; z. B. wird die Absorption durch Wasser um 80 v. H. gesteigert. Auf dieser Grundlage hat nun JEANS die Absorptionskoeffizienten der Strahlungen berechnet, die bei der Synthese des Eisens und bei der Vernichtung eines Wasserstoff- und eines Heliumatoms zu erwarten sind. Er findet im ersten Falle 0,136, einen Wert, dem keine beobachtete Strahlung entspricht; dagegen im zweiten und dritten 0,071 und 0,020 in bester Übereinstimmung mit den beiden härtesten von REGENER festgestellten Komponenten [Spectrum of cosmic rays, Nature (Lond.), Febr. 14., 1931]. Ob die Bedingungen für die Vernichtung von Heliumatomen im Laboratorium vorhanden sind, ist von RUTHERFORD untersucht worden [Nature (Lond.) 1931, Nr 3214, 859], indem er eine Anzahl von Zylindern mit He unter 100 Atmosphären Druck um eine Hochdruckionisationskammer stellte, doch vermehrte sich die Ionisation infolge des anwesenden He kaum um 1 v. H. der von der kosmischen Strahlung herrührenden.

Über den Ursprung und das Wesen der Ultrastrahlung gehen die Meinungen also immer noch sehr auseinander. Es ist schon früher in diesen Berichten davon die Rede gewesen (diese Zeitschrift 43, 170; 1930), daß eine aus β -Strahlen bestehende kosmische Strahlung durch das magnetische Feld der Erde gegen die magnetischen Pole zusammengedrängt werden mußte (vgl. auch BRÜCHE: Erde und kosmische Kathodenstrahlen, Physik. Z. 1930, 1011), und daß z. B. MILLIKAN und seine Mitarbeiter bei ihren Messungen in sehr verschiedenen Breiten das Gegenteil, nämlich eine durchaus gleichmäßige Verteilung der Ultrastrahlung über die Erdoberfläche festgestellt hatten. Eine neuere Bestätigung ist durch eine antarktische Expedition bei ihrer Fahrt von November 1930 bis März 1931 erbracht worden [Nature (Lond.) 1931, June 20., p. 924]. Die Versuche wurden von A. L. KENNEDY mit

einem GEIGER-MÜLLERSchen Zählrohr, bei den tiefen Temperaturen zum Teil mit erheblichen Schwierigkeiten ausgeführt. Die Zählungen erstreckten sich auf 34 Tage von 43° bis 68° südlicher Breite und lieferten im Durchschnitt 6,3 Stromstöße je Minute. Die Abweichungen von dieser Zahl waren auf der ganzen Reise ganz geringfügig, und für die beiden dem magnetischen Pole nächsten Stationen betragen die Zahlen 5,9 und 6,3. Der Durchschnittswert 6,3 ist innerhalb der Genauigkeitsgrenzen identisch mit dem Werte 6,1 je Minute, der während einer Zähldauer von 4 Stunden im physikalischen Institut der australischen Universität Adelaide erhalten wurde.

Ob die kosmischen Strahlen durch magnetische Felder beeinflusst werden können, ist auch von ROSSI und MOSS SMITH mit negativem Erfolg untersucht worden. Der letztere fügte zu den beiden Zählrohren von BORHE und KOLHÖRSTER noch ein drittes hinzu, so daß alle drei senkrecht übereinander lagen (Physic. Rev., April 15., 1931) und überzeugte sich zuerst davon, daß die Zahl der Koinzidenzen für alle 3 Rohre gleich der nach ihrer geometrischen Anordnung zu erwartenden war. Darauf wurde ein magnetisches Feld zwischen dem zweiten und dritten Rohr erzeugt derart, daß etwaige β -Strahlen nach Durchsetzung der ersten beiden Röhre so stark hätten abgelenkt werden müssen, daß das dritte Rohr durch das magnetische Feld abgeschirmt war. Indessen blieb die Zahl der Koinzidenzen un geändert. Auch Protonen hätten bei der großen in Betracht kommenden Energie genügend abgelenkt werden müssen, so daß der korpuskulare Charakter der die Zählrohre durchsetzenden Strahlung stark in Frage gestellt ist.

In früheren Berichten dieser Zeitschrift ist die Rede gewesen von den zahlreichen Versuchen, den stellaren Ursprung der Ultrastrahlung durch die Abhängigkeit ihrer Intensität von der Sternzeit nachzuweisen, die jedoch von keinen überzeugenden Erfolgen belohnt wurden. Es hat sich vielmehr die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß die Ultrastrahlung, abgesehen von sekundären Schwankungen, die von der verschiedenen Absorption der Atmosphäre herrühren und als Barometereffekt bezeichnet werden (diese Zeitschrift 44, 80; 1931), im wesentlichen zeitlich konstant ist. Unabhängigkeit von Sonnen- und Sternzeit bedeutet aber, daß kein merklicher Bruchteil der Strahlung von der Sonne und den Sternen kommen kann. Die sehr genauen und zuverlässigen Messungen von HOFFMANN und LINDHOLM zeigen zwar, daß die mittlere Intensität der Strahlung bei Tag etwas höher ist als bei Nacht (V. HESS und W. PFORTE, Über die solare Komponente der Ultrastrahlen, Z. Physik 71, 171 und Naturwiss. 1930, 1094), aber der Mehrbetrag ist 0,5 v. H. der gesamten Ultrastrahlung, und wenn die Sonne als Stern gerechnet wird, ist die Intensität des Sternlichts am Mittag 10^9 mal so groß wie zu Mitternacht!

Wenn die Vernichtung von Materie, von der oben die Rede war, im Innern eines Sterns statt-

fände, so würde dort wohl Ultrastrahlung erzeugt werden, aber wenn diese sich ihren Weg nach außen erkämpfte, würde sie durch eine lange Folge von Comptonprozessen immer weicher werden und schließlich in der gewöhnlichen Form des Sternlichts die Erde erreichen. Die bloße Tatsache, daß die Ultrastrahlung nicht vollständig absorbiert wird, bevor sie auf die Erde trifft, beweist, daß sie nicht mehr als einige Kilometer Sternmaterie durchsetzt haben kann und deshalb an einem Orte entstanden sein muß, wo die Temperatur höchstens $100\,000^\circ$ beträgt, also nahe der Oberfläche der Sterne oder noch wahrscheinlicher in den interstellaren Räumen (JEANS, a. a. O., S. 109).

Eine interessante Vermutung über den Ursprung der Ultrastrahlung rührt von REGENER her (Naturwiss. 1930, 460): Wenn der nach EINSTEIN gekrümmte Raum Licht und in sich geschlossen ist, kann das Licht eines bekannten Fixsterns auf zwei Wegen zu uns gelangen, direkt und auf der anderen Seite der Weltkugel herum. Daß bisher ein solches zweites Bild eines Sterns nie festgestellt wurde, ist wohl so zu deuten, daß die Zeit für den Umlauf des Lichts groß gegenüber der Entwicklungsperiode des Sterns ist. Darum wird die Hypothese versucht, daß die Ultrastrahlung jene Strahlung ist, die von unserem Fixsternsystem zu einer Zeit ausgesandt wurde, die um die Zeitdauer eines Umlaufs der Strahlung zurückliegt: Dann wäre es verständlich, daß wir vergebens nach den Entstehungsvorgängen der Strahlung suchen, denn während der Zeit eines Umlaufs könnten sich die physikalischen Bedingungen so sehr geändert haben, daß wir wenigstens in unserer näheren Umgebung im Weltenraum die zur Entstehung der Ultrastrahlung notwendigen Verhältnisse nicht wiederfinden. Dagegen würde uns die Ultrastrahlung davon Kunde geben, was in unserem Sternsystem um die Zeit eines Umlaufs früher, also in einer noch unbekannteren früheren Weltperiode geschah.

JEANS hat durch eine einfache Rechnung gezeigt, daß die Ultrastrahlung in der Tat als unsterblich zu betrachten ist: Die Durchschnittsdichte der Materie im Weltenraum ist wahrscheinlich von der Größenordnung 10^{-30} gr/cm, und in jeder Sekunde seiner Existenz durchsetzt ein Ultrastrahl eine Raumschicht von $3 \cdot 10^{10}$ cm Dicke, je qcm Querschnitt $3 \cdot 10^{-20}$ g. Aber die härteste Komponente muß durch 50 g je qcm hindurchgehen, bevor ihre Intensität um 1 v. H. geschwächt ist, und dies würde durchschnittlich die Zeit $10 \cdot 10^{20}$ sec oder ungefähr $5 \cdot 10^{13}$ Jahre erfordern, eine Zeit, die nach jeder Berechnungsart größer ist als das Alter der Sterne; die Intensität würde auf den Bruchteil $\frac{1}{e}$ ihres ursprünglichen Wertes herabgesunken sein nach $5 \cdot 10^{15}$ Jahren, das ist eine Zeit, die unseres Wissens länger ist als das Alter des Universums überhaupt. Infolgedessen kann die härteste Komponente als unzerstörbar angesehen werden, und in einem weniger strengen Sinne gilt dies auch von den weicheren Bestandteilen. Es scheint

demnach, daß der Weltenraum erfüllt ist mit fast der gesamten Ultrastrahlung, die seit dem Ursprung der Welt erzeugt worden ist (a. a. O., S. 108).

Eine thermodynamische Untersuchung des Zustandes unterkühlter Flüssigkeiten und Gläser.
Bericht von H. SCHMOLKE in Berlin.

Es ist vielfach üblich, Gläser als unterkühlte Flüssigkeiten zu bezeichnen. Dieser Gebrauch kann leicht zu der Auffassung führen, daß überhaupt kein Unterschied zwischen dem Zustand eines Glases und einer unterkühlten Flüssigkeit bestehe. Eine solche Annahme ist nicht berechtigt, wie F. SIMON in Breslau nachweist. Sehr lehrreich ist vor allem das von ihm behandelte typische Beispiel des Glycerins¹, das bei Abkühlung unter den Schmelzpunkt in den kristallisierten Zustand übergehen, aber auch amorph erhalten, d. h. zur unterkühlten Flüssigkeit werden kann. Es gelangt als solche bereits in einen recht zähen, aber immer noch plastischen Zustand. Sinkt dann die Temperatur weiter, so tritt bei Unterschreitung einer gewissen Grenze eine Umwandlung in hartes, sprödes Glas ein. Diese Veränderung findet innerhalb eines sehr engen Temperaturbereiches statt, und man ist daher berechtigt, von einer Einfrier-temperatur T_e zu sprechen.

Untersucht man nun die Entropie einerseits der amorphen und anderseits der kristallisierten Substanz, so findet man, daß die Differenz beider Werte mit sinkender Temperatur ständig abnimmt, bis T_e erreicht ist. Unterhalb von T_e bleibt sie fast konstant. Nach dem BOLTZMANN'schen Prinzip stehen aber die Entropie und der Ordnungszustand in einem engen Zusammenhang. Je kleiner die Entropie, desto höher der Ordnungsgrad. Man kann also aus den festgestellten Entropiedifferenzen schließen, daß bei abnehmender Temperatur die amorphe und die kristallisierte Form sich zunächst hinsichtlich ihres Ordnungszustandes nähern. Diese Angleichung wird dann beim Einfrieren dadurch unterbrochen, daß sich der Ordnungsgrad im Glaszustand praktisch nicht mehr, bzw. nur unendlich langsam ändert.

Die vorstehenden Folgerungen führen nun weiterhin zu dem Ergebnis, daß durch Temperatur, Druck sowie Zahl und Art der Teilchen der Zustand der amorphen Form nicht eindeutig bestimmt wird. Es ist vielmehr bei gegebenem Druck und gegebener Temperatur eine kontinuierliche Folge von Zuständen möglich, die durch keine Potentialschwelle getrennt sind. Das Glas ist somit thermodynamisch unbestimmt, während sich die Flüssigkeit im inneren thermodynamischen Gleichgewicht befindet². Durch diese Vorstellung gelangt F. SIMON zu der für die Wärmetheorie überaus wichtigen Erkenntnis, daß die Anwendung des zweiten sowie des dritten Wärmesatzes (des Nernsttheorems) auf eingefrorene

Phasen nicht immer statthaft ist. Beispielsweise ist die aus dem zweiten Hauptsatz abgeleitete CLAUDIUS-CLAPYRON'sche Gleichung nicht anwendbar¹. Eingefrorene Substanzen besitzen nämlich keinen definierten Dampfdruck, da bei ihnen kein Gleichgewicht zwischen Kondensat und Gasphase besteht. Eine Bedingung des Gleichgewichtes wäre ja, daß ebensoviel Moleküle kondensieren wie verdampfen: Dies trifft aber nicht zu, weil die kondensierenden Moleküle gar nicht wieder in den nur durch eine Hemmung erhaltenen eingefrorenen Zustand zurückkehren können.

Auch die Entropieaussage des Nernsttheorems $\lim \Delta S = 0$ (für $T = 0$) kommt nicht in Betracht, da es unmöglich ist, isotherm und reversibel in den Glaszustand überzugehen². Indessen findet man die Folgerung aus dem dritten Wärmesatz $\lim \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_p = 0$ (für $T = 0$) bestätigt, weil bei der Ausdehnung durch Temperatursteigerung nur eine elastische Verrückung der Moleküle stattfindet und somit eine reversible Zustandsänderung vorliegt³. Von einem Versagen der beiden Hauptsätze kann man natürlich nicht sprechen. Es liegt einfach in der Natur der Sache, daß man sie unter den vorliegenden Umständen nicht anwenden darf. Diese Zusammenhänge wurden von F. SIMON zuerst erkannt.

Vollkommen bestätigt wird die Auffassung SIMON'S durch die Beobachtung, daß die spezifische Wärme des amorphen Glycerins oberhalb von T_e diejenige des kristallisierten erheblich übersteigt, während sich unterhalb des Einfrierpunktes praktisch kein Unterschied zeigt. Wie erwähnt, soll sich ja der Zustand der unterkühlten Flüssigkeit, die bei den Temperaturen zwischen T_e und dem Schmelzpunkt existiert, in dem Sinne ändern, daß der Ordnungsgrad bei Erwärmung immer mehr sinkt. Dann muß aber eine Arbeit gegen die auf die Ordnungsbildung gerichteten Kräfte geleistet werden, und diese Arbeit müßte sich in einem Ansteigen der spezifischen Wärme bemerkbar machen. Wie man sieht, steht die Beobachtung mit den aus der statistischen Bedeutung der Entropie abgeleiteten Folgerungen im besten Einklang. Sie liefert ferner den Beweis, daß sich amorphe Phasen keineswegs im Zustand völliger Unordnung befinden, wie man vielfach annimmt. Es wäre auch unverstänlich, wenn das bei der Kristallisation so augenscheinliche Bestreben zur Ordnungsbildung oberhalb des Schmelzpunktes plötzlich verschwinden sollte. Wie SIMON ausführt⁴, ist nämlich die Ausdehnung bei der Verflüssigung so gering, daß den im kristallisierten Zustand eng gedrängten Molekülen gar nicht viel mehr Raum zur Verfügung steht. Die Vorbedingung für eine starke Steigerung des Unordnungsgrades wäre aber augenscheinlich in erster Linie eine bedeutende Volumenzunahme.

¹ Z. anorg. u. allg. Chem. **203**, 222 ff.

² F. SIMON, a. a. O. S. 219.

¹ F. SIMON, Erg. exakt. Naturwiss. **9**, 250.

² F. SIMON, Z. Physik **41**, 806.

³ F. SIMON, Erg. exakt. Naturwiss. **9**, 251.

⁴ Z. anorg. u. allg. Chem. **203**, 220.

Auch führen, wie u. a. P. DEBYE betont, Röntgeninterferenzmessungen an Flüssigkeiten zu dem Ergebnis, daß diese vom Zustand völliger Unordnung weit entfernt sind. Für amorphe Phasen bei tiefen Temperaturen liegen allerdings bisher brauchbare Röntgenaufnahmen noch nicht vor. Sie sollen jetzt im physikalisch-chemischen Institut der Technischen Hochschule in Breslau hergestellt werden.

In völliger Übereinstimmung mit den von SIMON entwickelten Anschauungen befindet sich schließlich auch die Untersuchung der Entropie des Heliums, das bis zu den tiefsten Temperaturen flüssig erhalten werden kann. Hier müßte also die Entropiedifferenz zwischen kristallisierter und amorpher Phase ständig geringer werden und im Sinne des Nernsttheorems am absoluten Nullpunkt verschwinden, da der Zustand völliger Ordnung erreicht ist. Diese theoretische Voraussage trifft nach W. H. Keesom zu, was fraglos als eine bedeutsame Bestätigung der Grundlagen der Thermodynamik, insbesondere des 3. Hauptsatzes, zu betrachten ist.

Turba Philosophorum¹.

Während der letzten Jahre wurden Neudrucke hergestellt von SCHMIEDER: „Geschichte der Alchemie“, KOPP: „Geschichte der Chemie“ und KOPP: „Die Alchemie in älterer und neuerer Zeit“. Man könnte diese Tatsache so deuten, daß die Geschichte der Chemie eifrig gepflegt wird. Prüft man jedoch die geschichtlichen Angaben, die als Schmuck in die chemischen Lehrbücher aller Art eingeflochten werden, so findet man — von seltenen Ausnahmen abgesehen —, daß hundertmal berichtete Irrtümer sich wie eine ewige Krankheit forterben, weil die Chemiker im Drang ihrer eigenen praktischen Arbeit keine Zeit für selbständige geschichtliche Studien um der beiläufigen Hinweise willen aufwenden können. Sie gehen hauptsächlich auf die eben erwähnten Werke zurück, die in vielen Punkten längst überholt sind. Der Neudruck jener Werke ist eher ein Zeichen, daß die Chemiker hinsichtlich der Geschichte ihres Faches wortgläubig geworden sind, nicht besser als die Scholastiker, über die sie zu spotten pflegen. Wer nicht bloß Namen und Zahlen zu einem bunten Strauß zusammenstellen will, wie ein Spaziergänger die zufällig gefundenen Blumen, wer geschichtliche Zusammenhänge erforschen will, der muß Arbeit und Mühe darauf verwenden. Wie das Messen und Wägen in der Naturwissenschaft unentbehrlich

ist, so kann die kritische Philologie nicht entbehrt werden, wenn geschichtliche Zusammenhänge geklärt werden sollen; das gilt besonders für die Geschichte weit zurückliegender Zeiten.

RUSKA hat mit seiner kritischen Arbeit über die Turba Philosophorum den Versuch gemacht, die innigen Zusammenhänge zwischen lateinischer und arabischer Alchemie zu finden und klarzulegen. Die Turba Philosophorum, die Versammlung der Weisen, ist in ihrer lateinischen Form wahrscheinlich während des 12. Jahrhunderts im Abendland bekannt geworden. Sie ist von den Alchemisten des Mittelalters stets als eine klassische Schrift gewertet worden, obgleich niemand ihren Inhalt enträtseln, niemand die seltsamen Namen der Philosophen und Stoffe deuten konnte. Wer ist ARISLEUS, der die Versammlung einberief? Wer IXIMDRUS? Wer ACUBOFEN? Was sind Absemech, Corsufle, Gadenbe für Dinge? Wegen dieser wirren Namen, wegen „ihrer wahrhaft trostlosen Inhaltsarmut und Formlosigkeit“ (E. O. v. LIPPMANN) wurde die Turba Philosophorum in der Neuzeit alsbarer Unsinn abgelehnt oder für ein höchst mittelmäßiges Geschwätz in hochtönenden Worten, durchsetzt mit Bruchstücken aus alten Philosophen gehalten, „das wir mit Stillschweigen übergehen würden, wenn es nicht so oft als maßgebend angeführt wäre“ (HOEFER).

Anknüpfend an BERTHELOT, dem die Ähnlichkeit der Turba mit dem Buche des ALHABIB auffiel, bringt RUSKA den Nachweis, daß die Turba aus dem Arabischen übersetzt ist. Beweisend ist nicht nur der deutlich arabische Einschlag, z. B. das überraschende Bekenntnis zum Islam mit den Worten der 112. Sure des Korans, das in der Rede V des ARISLEUS mitten zwischen den Gedanken über die Kugelgestalt der Erde und die Beziehungen zwischen Feuer und Erde abgelegt wird; beweisend sind die bisher unverständlichen Namen, die bei der Umschrift aus dem Arabischen ins Lateinische von dem Übersetzer entstellt worden sind. RUSKA wendet eine völlig neue Methode an, um die Rätsel zu lösen: er schreibt die Worte mit arabischen Schriftzügen und überlegt, welche sinnvollen Namen aus den Wortbildern zu entnehmen sind.

Während das Griechische 17 Konsonanten besitzt, hat das Arabische deren 28, für die jedoch nur 15 verschiedene Schriftzeichen vorhanden sind, so daß erst durch Zusatz diakritischer Punkte die Lesbarkeit möglich ist; einige Laute fehlen im Arabischen, z. B. π , p und γ , g ; für die Vokale hat die arabische Schrift keine den Konsonanten gleichgestellte Zeichen, sondern nur Behelfe. Außerdem werden im Arabischen die fremden Worte den eigenen Sprachgesetzen angepaßt, um die Aussprache zu erleichtern. Infolgedessen veranlaßten die Besonderheiten jeder Schrift und Sprache notwendig Mißverständnisse, Fehler und Abweichungen, wenn Eigennamen und Stoffnamen aus dem Griechischen über das Arabische in lateinische Texte wanderten. „Selbst wenn das arabische Abbild eines griechischen

¹ Quellen und Studien zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin. Herausgegeben vom Institut für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften. Redigiert von P. DIEPGEN und J. RUSKA. Bd. I. Turba Philosophorum. Ein Beitrag zur Geschichte der Alchemie. Von Dr. JULIUS RUSKA, Professor an der Universität Berlin. X u. 368 S. mit 1 Tafel. RM. 58.—. Berlin: Julius Springer 1931.

Namens fehlerlos war, konnten die Übersetzer beliebige Vokale einsetzen und so zu nicht mehr verständlichen Neubildungen gelangen. Sie konnten aber auch diakritische Punkte übersehen oder falsch ergänzen, und dann war jedem Unheil der Weg geöffnet.“

Mit RUSKAs Methode geprüft wird der Einberufer ARISLEUS zum ARCHELAOS, IXIMIDRUS zum ANAXIMANDER, PANDOLFUS zum EMPEDOKLES, LUCAS zum LEUKIPPOS, ACSUBOFEN zum XENOPHANES usw., der Absemech ist Bleiglanz, Albar ist Blei, Gadenbe ist *καδμία* (= Galmei), Boritis = *πυρίτης* = Feuerstein, Corsufle = *χρυσόνολλα* = Goldlot, Senderich = *σαρδαράχη* = Auripigment usw.

Trotz der griechischen Namen kann der Turba keine griechische Urschrift zugrundelegen haben, denn sie arbeitet mit Vorstellungen und Decknamen, die aus der griechischen Alchemie nicht zu belegen, sondern arabisch sind, und sie enthält ganze Kapitel aus anderen arabischen Alchemieschriften. Die Turba Philosophorum ist arabischen Ursprungs. Sie stammt aus dem 10. oder 11. Jahrhundert, als „der kriegsgewaltige Kaiser HERAKLEIOS schon derart zur Sagen-gestalt verflüchtigt war, daß man ihn ohne weiteres mit allen möglichen griechischen Philosophen unter die Schüler des PYTHAGORAS einreihen konnte.“ Ihre Heimat war Ägypten. In der Mitte des 16. Jahrhunderts ist die arabische Turba in Kairo noch vorhanden gewesen.

Die Mängel der gedruckten Ausgaben der Turba sind schwer. Um den Boden für ein wirkliches Verständnis zu schaffen, bietet RUSKA eine kritische Textausgabe und Übersetzung nach den besten Handschriften. Er bemerkt hierzu: „Diese Aufgabe besteht aber nicht bloß für die Turba, sondern für die gesamte, spätlateinische, arabische und griechische Alchemie. Es ist ein unhaltbarer Zustand, daß die ältere Chemiegeschichte noch immer auf völlig unzulängliche, durch zahllose Fehler

entstellte Drucke und auf ein Dutzend kritiklos abgedruckter arabischer Texte angewiesen ist. Was würde man wohl sagen, wenn ein moderner Chemiker mit Geräten und Präparaten aus dem 16. und 17. Jahrhundert arbeiten wollte? Mit solchen Geräten und Präparaten aber arbeiten wir, wenn wir Texte, die in jener Zeit nach irgendwelchen unkontrollierbaren Handschriften gedruckt wurden, als unanfechtbare Zeugen behandeln und uns danach Urteile über den Wert oder Unwert einer Schrift bilden.“

Ein kritischer Vergleich der lesbar gewordenen Turba mit den erhaltenen Resten des Schrifttums der griechischen Alchemie zeigt, daß diese große Lehrschrift nach Aufbau und Ziel der griechischen Alchemie nicht angehören kann. Ihrer Anlage nach schildert sie einen chemischen Weltkongreß, der im Kampfe gegen die griechischen Alchemisten die „Kunst“ von der Pest der unverständlichen Decknamen befreien und sie auf den Boden einer allgemein anerkannten Naturphilosophie stellen will. Ihr Verfasser hat sich aber nur literarisch mit dem Problem der Alchemie befaßt; ausführbare Vorschriften für praktische Arbeit hat er nirgends gegeben. Sein Werk ist kennzeichnend für die westliche Schule. „Während wir bei GÄBIR ein ernstes Ringen um die naturphilosophischen Probleme, bei AL RAZI eine durchaus praktisch gerichtete Einstellung zur Alchemie feststellen können, überwiegt bei der westlichen Schule die Berufung auf alte Meister, die Einkleidung der alchemistischen Lehren in allegorische Darstellung oder rhetorischen Schwulst, die Erfindung neuer Decknamen und Vergleiche. So wird man beim Studium dieser Schriften immer wieder zu dem Schluß geführt, daß die Alchemie im islamischen Ägypten des 9. bis 13. Jahrhunderts nicht auf dem Boden des Experimenters stand, sondern nur noch als freie literarische Erfindung, als Spiel der Phantasie ihr Dasein fristete.“

R. Winderlich, Oldenburg i. O.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Kleiner Leitfaden der praktischen Physik. Von F. KOHLRAUSCH. Fünfte Auflage, Neubearb. von F. KRÜGER. 498 Seiten und 379 Abbildungen. Leipzig und Berlin: B. G. Teubner 1932. Geb. RM 14,80.

Wer die früheren Auflagen des Kleinen Leitfadens der Praktischen Physik kennt, wird von der vorliegenden Neubearbeitung aufs angenehmste überrascht sein. Die ersten Auflagen des Leitfadens waren allzusehr im Schatten des Lehrbuches der Praktischen Physik entstanden. Der Leitfaden war kein aus einer einheitlichen, rein didaktischen Perspektive gestaltetes selbständiges Werk, sondern eine für den Anfänger zurechtgemachte vereinfachte Ausgabe des großen Kohlrausch. Damit war die Existenzberechtigung des Leitfadens vielleicht fraglich. Den Bedürfnissen des Anfängers waren nur für den Anfängerunter-

richt geschriebene Praktikumsbücher besser angepaßt, und wer mehr als eine Einführung in die Praktische Physik wünschte, mußte sich doch einmal den großen Kohlrausch anschaffen, da die Hauptkonzession des Leitfadens an den Anfängerunterricht in dem Verzicht auf den klassischen Vorzug des Lehrbuches — umfassendster Inhalt bei knappster Darstellung — bestanden hatte. In den Bearbeitungen von SCHOLL wurde deshalb angestrebt, daß der Leitfaden nicht nur für den Anfängerunterricht, sondern darüber hinaus auch für die Bedürfnisse der der Physik benachbarten Gebiete, soweit sie physikalische Messungen benötigen, genügen solle. Dieser Grundsatz war durchaus richtig und führte auch zu einer erheblichen Verbesserung des Leitfadens. Die SCHOLLsche Bearbeitung war aber nicht durchgreifend genug, um den Leitfaden auf eine neue und

eigene Basis zu stellen. Dies ist nun durch die KRÜGERSCHE Bearbeitung geschehen. Von Bearbeitung kann man allerdings hierbei kaum sprechen. Es ist ein selbständiges und eigenes Werk, das in einem großen Wurf gestaltet ist, wenn es sich auch bewußt an die früheren Auflagen anlehnt, wo dies überhaupt möglich ist. Der SCHOLLSche Grundsatz ist jetzt wirklich angewendet. Der KOHLRAUSCH-KRÜGER ist ein vorzügliches Lehrbuch der praktischen Physik, das für die Bedürfnisse der Nachbargebiete der Physik in weitem Maße hinreichen dürfte. Es ist dabei so klar und mit solchem pädagogischen Geschick geschrieben, daß es auch für den Anfängerunterricht sehr gut geeignet ist. Es ist sogar wesentlich besser dafür geeignet als die früheren Auflagen, obwohl es mit voller Absicht kein Praktikumsbuch ist. So kann man dieses Buch nicht nur dem zur Anschaffung warm empfehlen, der sich für die Nachbargebiete der Physik interessiert, sondern auch dem Fachphysiker, da dieses Buch genügend Eigenart besitzt, um auch für den wertvoll zu sein, der den großen Kohlrausch besitzt. Eine Lehrerbibliothek wird auf diesen Leitfadens nicht verzichten können. Der Umfang des neuen Leitfadens ist erheblich vergrößert, und den Fortschritten der physikalischen Meßtechnik entsprechend ist eine große Zahl neuer Meßmethoden aufgenommen. Wesentlich erweitert oder ganz neu aufgenommen sind z. B. die Abschnitte über Druckmessungen, Strömungsmessungen, Akustik, Elektrizität, insbesondere elektrische Schwingungen und Verstärkertechnik, Glühelktrizität und Lichtelektrizität. Die Optik ist nach allen Wellenlängen hin ausgestaltet. Sehr eingehend ist die Behandlung der Röntgenstrahlen. Selbst die neuesten Methoden zur Untersuchung der Materiewellen sind, wenn auch kurz, behandelt. Ein besonderer Vorzug des Buches ist das bewußte Eingehen auf die Beschreibung und die Theorie der Meßinstrumente, welches durch die große Zahl neuer Abbildungen unterstützt wird. Als sehr angenehm dürfte ferner die einheitliche Bezeichnungsweise gemäß den Vorschlägen des AEF empfunden werden. Zusammenfassend kann man sagen, daß der neue Leitfaden in seinem Entwurf, in der Neudarstellung der Meßmethoden und in der Art der übrigen Darstellung, kurz in allen wesentlichen Punkten die größte Anerkennung verdient. In Einzelheiten wären kleine Änderungen aber noch erwünscht. Die ATWOODSche Fallmaschine gehört wirklich nicht in dieses moderne Buch. Pädagogische Gründe können dafür nicht herangezogen werden; denn diese Fallmaschine ist ein Musterbeispiel für einen unpädagogischen Versuch. Hier wäre weniger Pietät mehr Pietät gewesen. Der BUNSENSche Apparat zur Gasdichtebestimmung sollte auch besser durch eine neuere Konstruktion ersetzt werden. Bei den Kapillaritätsmessungen fehlt die allerbeste, die LENARDSche Bügelmethode. Bei der Tropfengewichtsmethode wäre statt der veralteten Korrektortabelle von KOHLRAUSCH die wesentlich genauere von HARKINS und BROWN vorzuziehen. Bei der Bestimmung der Oberflächenspannung aus

dem Maximaldruck sich bildender Blasen hätte die SCHRÖDINGERSche Korrekursionsformel mindestens erwähnt werden müssen, oder aber es hätte der angenäherte Gültigkeitsbereich der angegebenen einfacheren Formel mitgeteilt werden sollen. Auch wäre hier eine Abbildung des eleganten Kapillarmeters nach CASSEL am Platze gewesen. Bei der Verwendung von Flüssigkeitskalorimetern kann man die uneingeschränkte Empfehlung von isolierendem Material zur Verhinderung der Konvektion auch nicht recht gutheißen. Die Fehlerquelle dieses Konvektionsschutzes und die Vorteile der „convection shields“ sind ja gerade in letzter Zeit wieder von ROTH betont worden. Neben der Änderung solcher und ähnlicher nicht besonders erwähnten Kleinigkeiten wäre noch ein buchtechnischer Wunsch zu äußern. Ein Register gehört an das Ende eines Buches, auch wenn es sich um einen „Kohlrausch“ handelt. Schließlich kann man noch verschiedener Ansicht sein, ob der Verzicht auf Literaturangaben bei dem neuen Charakter des Leitfadens richtig ist. Wird in der sicher bald notwendig werdenden Neuauflage der neue Charakter des Leitfadens erhalten und außerdem das Buch nochmals in allen Einzelheiten sorgfältig durchgesehen, so wird man dem KOHLRAUSCH-KRÜGER prophezeien können, daß er in seiner Art ebenso unentbehrlich werden wird, wie der große KOHLRAUSCH. *Hiedemann.*

Feine Waagen, Wägungen und Gewichte. Von Dr. phil. W. FELGENTRAEGER. Zweite, vermehrte und umgearbeitete Auflage von „Theorie, Konstruktion und Gebrauch der feineren Hebelwaage“. VII und 308 Seiten. 117 Textabbildungen. Berlin: Julius Springer 1932. Geb. RM 26,—.

25 Jahre hat man auf die zweite Auflage des ausgezeichneten Buches warten müssen. Bei der weiten Verbreitung feiner Waagen ist dieser langsame Absatz ein betrübendes Zeichen dafür, wie wenig Liebe die meisten Benutzer ihrer Waage widmen. Zwar steht in dem Buch viel, was sie im Gebrauch nicht unmittelbar nötig haben, aber auch sehr viel, was zu wissen ihnen recht viel nützen würde. Und was darüber hinausgeht, ist auch des Bewunders und Nachsinnens wert.

In den 25 Jahren hat die Kunst des Waagenbaues sich sehr entwickelt, besonders in der Richtung aufs kleinste. Man wägt heute bis auf 10^{-6} mg. FELGENTRAEGERs kritische Betrachtungen haben mitgeholfen zu diesen Fortschritten. Aber manchem neuen Versuch gegenüber muß der Verfasser dieselben Warnungen und Hinweise aussprechen, die er schon in der ersten Auflage gegeben hat und die nicht beachtet wurden.

Ein reicher Stoff ist in dem Buch zusammengetragen und durch eindringende Kritik fruchtbar gemacht. Das meiste aus der ersten Auflage findet man wieder; es ist zum Teil anders geordnet, im einzelnen sorgsam überarbeitet und ergänzt. Durch Ausscheiden von Überholtem (z. B. Vakuumwaagen) ist Platz für das Neue geschaffen. Eine sehr wertvolle Beigabe ist der neue Abschnitt über Gewichte, ganz besonders in den Stellen, deren Abfassung Unbehagen

bereitet hat, denn hier werden dringliche Aufgaben der Forschung und Stoffkunde angedeutet.

Das Buch behandelt die Theorie der Waage (40 S.), die Teile und Zusatzvorrichtungen (150 S.), die ganzen Instrumente (36 S.), die Wägungen (40 S.), Gewichte (24 S.), Zahlentafeln und Übersichten (12 S.). Bei alledem handelt es sich nur um feine Waagen, die über die Forderungen der Eichung hinausgehen. Einige Abbildungen waren in der ersten Auflage besser.

Für die Schulbücherei kommt das Buch ja im allgemeinen nicht in Betracht, den Freunden wissenschaftlicher Instrumentenkunde sei es als Leckerbissen empfohlen. *Vn.*

Wärmelehre, physikalische Grundlagen vom technischen Standpunkt. Von Dr. HEINRICH BLASIUS, Studienrat an den Technischen Staatslehranstalten zu Hamburg. 232 Seiten, 87 Abbildungen im Text. Hamburg: Boysen u. Maasch 1931. Preis geh. RM 6,—; geb. RM 7,50.

Der Gegenstand des vorliegenden Werkes ist schon mehrfach von andern Verfassern erschöpfend behandelt worden. Wenn das Buch trotzdem noch in der Lage ist, ein zweifellos vorhandenes Bedürfnis zu befriedigen, ja, das Vorhandensein eines solchen durch sein Erscheinen vielleicht überhaupt erst aufzudecken, so liegt das nicht einmal so sehr an der geschickten Auswahl und Anordnung des Stoffes, als vielmehr an der besonderen Art und Klarheit der Darstellungsweise. Der Verfasser geht überall vom Versuch, bzw. der beobachteten Naturerscheinung aus und gelangt durch Deutung und Zusammenfassung ihrer Mehrheit zu den an sich bekannten Gesetzmäßigkeiten. Dabei wird die Erfassung der Zusammenhänge grundsätzlich durch Zahlenbeispiele erhärtet und vertieft. Mit seltenem pädagogischen Geschick werden die dunkelsten Winkel aufgehellt, in die sich der Zweifel des denkenden Lesers zurückziehen könnte, ihn so restlos überzeugend und nicht nur durch mathematische Ableitungen und Formeln überführend. Das Buch ist interessant und sehr leicht verständlich, ohne daß man ihm deshalb mit der geringsten Berechtigung das Odium des „Populärwissenschaftlichen“ anheften könnte.

Bei der Anordnung des Stoffes geht der Verfasser von der Ausdehnung fester, flüssiger und gasförmiger Körper aus. Es folgt die Molekulartheorie, Betrachtungen über Wärmemengen, Zustandsänderungen, Energiestrom bei Gasen und Dämpfen. Die Ausnutzbarkeit der Wärme und der Entropiebegriff werden besonders eingehend behandelt. Zum Schluß werden Gemische und Verbrennungsvorgänge, Lösungen und chemische Verbindungen besprochen. Tabellen und Lösungen der im Text gestellten Aufgaben findet man auf den letzten Seiten zusammengestellt. *Holm.*

Wavelength Tables for Spectrum Analysis. Zusammengestellt von F. TWYMAN und D. M. SMITH. Zweite, völlig umgearbeitete und stark vermehrte Auflage. XI und 180 Seiten. London: Adam Hilger Ltd. 1931. Geb. 14 s 6 d.

Die Herausgeber haben sich die Aufgabe gestellt, ein so vollständiges Tafel- und Nachschlagewerk für den täglichen Laboratoriumsgebrauch bei der praktischen Spektralanalyse herzustellen, daß ein Zurückgreifen auf weitere Hilfsquellen nur ganz selten nötig wird. Dementsprechend machen Tabellen mit Angaben der Wellenlängen, der Intensitäten usw. der einzelnen Linien im Bogen- und Funkenspektrum der verschiedenen Elemente den Hauptteil des Buches aus. Darüber hinaus findet der Leser Umrechnungstabellen, Wellenlängennormalen verschiedener Ordnung, Angaben über die internationalen Vereinbarungen, eine zusammenfassende Übersicht über die verschiedenen Typen von Spektren, experimentelle Anordnungen u. a. m.

Das Buch ist für die Praxis bestimmt und für den praktischen Spektralanalytiker von größtem Wert. *Lamla.*

Zur Theorie des Ferromagnetismus. II. Bemerkungen zur Energetik des Magnetismus. Von RICHARD GANS. Schriften der Königsberger Gelehrten Gesellschaft, Naturwissenschaftliche Klasse, 8. Jahr, Heft 2. 23 Seiten, mit 11 Abbildungen. Halle (Saale): Max Niemeyer 1931. Preis geh. RM 2,80.

Verfasser schließt an eine 1929 unter dem gleichen Haupttitel von ihm veröffentlichte Arbeit an [besprochen in dieser Zeitschrift, Jahrgang 44, 229 (1931)]. Mißt man schrittweise auf der Magnetisierungskurve (auf der jungfräulichen Kurve und auf den Hysteresisenden) die frei werdende Wärme, so kann man, da man außerdem aus \mathfrak{B} und \mathfrak{H} die Gesamtarbeit kennt, die Änderung der inneren Energie errechnen. Verfasser vergleicht entsprechende Versuche von ADELBERGER und andern mit seiner Theorie und findet eine im allgemeinen gute Übereinstimmung. Er behandelt sodann die Abweichung der Magnetisierungskurve von der gewöhnlichen Form in Fällen, wo der Stahlstab unter mehr oder weniger großem Druck steht. Auch hier findet er recht befriedigenden Anschluß an die Erfahrung.

Interessenten für die Theorie des Ferromagnetismus sei auch diese Arbeit empfohlen.

Lamla.

Spannung, Widerstand, Strom. Eine Einführung in die Elektrotechnik. Mit 338 Textabbildungen und einer Modelltafel. Bearbeitet und herausgegeben vom Deutschen Ausschuss für Technisches Schulwesen E.V. in Verbindung mit führenden Verbänden und Fachleuten. Berlin: Deutscher Ausschuss für Technisches Schulwesen (Datsch) E.V. 1931. Preis geb. RM 3,—; kart. RM 2,20.

Das Zustandekommen dieses 128 Seiten umfassenden Buches ist vor allem der Unterstützung und Mitwirkung des Preußischen Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten, des Zentralinstituts für Erziehung und Unterricht, der Vereinigung der Elektrizitätswerke E.V. Berlin, des Verbandes öffentlicher Feuerversicherungsanstalten in Deutschland, der Preußischen Haupt-

landwirtschaftskammer und vieler persönlicher Mitarbeiter zu danken. Schon aus der großen Zahl der an der Schaffung dieser Schrift beteiligten oder interessierten Stellen kann man die vielseitige Absicht des Buches erkennen. Es will lebendiges Verständnis für die heutige Elektrotechnik in möglichst weite Kreise tragen; zunächst in die Schulen, um dem Lehrer zeitgemäße Unterlagen und Anregungen aus dem praktischen Leben, ganz im Sinne der heutigen Bestrebungen, zu bieten. Es soll nicht nur technisch interessierten Schülern, sondern überhaupt weitesten Kreisen, die sich eine gewisse Übersicht über das Gebiet der Elektrotechnik verschaffen wollen, wenigstens eine gute Grundlage bieten.

Das im Buche Dargebotene erfüllt diesen Zweck sowohl hinsichtlich der Stoffauswahl als auch durch die Art der Darstellung in ausgezeichneter Weise. Durch eine Fülle meist neuer, sehr anschaulicher Abbildungen mit erläuternden Unterschriften werden lange Beschreibungen erspart, so daß trotz der geringen Seitenzahl der behandelte Stoffumfang ein ganz beträchtlicher ist. Durch Heranziehung der Vorgänge bei einem Wasserkreislauf mit seinen schon bekannteren Tatsachen zum Vergleich mit den Gesetzen des elektrischen Stromes wird in anschaulicher Weise das Verständnis auch bei den physikalisch weniger geschulten Lesern gefördert. Wenn auch die für die Elektrotechnik weniger in Betracht kommenden Gebiete, wie Reibungs- und Thermo-Elektrizität, fortgelassen sind, so dürfte dieses Büchlein doch auch jedem Physiklehrer für den Lehrgang in der Elektrizitätslehre ein ausgezeichnetes Wegweiser sein, sofern er, wie es heutzutage erforderlich ist, auf die technischen Anwendungen einen besonderen Nachdruck legt. Es geht nicht an, daß, wie es heutzutage leider doch noch vorkommen soll, Schüler auf der Unterstufe in der Elektrizitätslehre nur mit den heute meist nur noch historischen Wert besitzenden Dingen der Reibungselektrizität befaßt und in die Oberstufe versetzt werden, ohne im Unterricht von den gewöhnlichsten elektrotechnischen Anwendungen etwas erlebt zu haben. Wenn es natürlich auch verschiedene Wege gibt, die man einschlagen kann, so möchte ich doch jedem Physiklehrer, der in O III Elektrizitätslehre zu geben hat, empfehlen, den einführenden Abschnitt, dessen lebendige Übermittlung durch den Lehrer ganz besonders wichtig ist, einmal als Leitfaden seines Unterrichts zu benutzen. Wenn dann die Schüler, soweit es irgend möglich ist, das Büchlein dabei noch selbst zur Wiederholung in Händen haben, so dürfte der Erfolg in der Elektrizitätslehre selbst auf den mehr sprachlich eingestellten Lehranstalten beträchtlich gehoben werden. Als besonders bemerkenswert und wertvoll ist auch das Kapitel zu bezeichnen, das von den Gefahrenquellen und Schutzmaßnahmen handelt. Das Buch, dessen Preis ja äußerst niedrig gehalten ist, verdient weiteste Verbreitung.

Steindl.

Die Relativitätstheorie. Von LUDWIG HOPF. Band 14 der Sammlung „Verständliche Wissen-

schaft“. VIII und 148 Seiten, mit 30 Abbildungen. Berlin: Julius Springer 1931. Geb. RM 4.80.

Nach zwei einleitenden Kapiteln über die Bedeutung der Relativitätstheorie und über mechanisches und elektromagnetisches Weltbild behandelt Verfasser in zwei Hauptteilen die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie; das Buch schließt mit der Betrachtung kosmologischer Probleme. Das Erscheinen des Buches in der Reihe „Verständliche Wissenschaft“ bedingt, daß der Verfasser auf jeden mathematischen Apparat verzichtet; nur an wenigen Stellen finden sich einige ganz elementare Rechnungen „für mathematisch geübte Leser“. Die außerordentlich große Schwierigkeit, die sich hieraus ergibt, hat der Verfasser in vorzüglicher Weise gemeistert. Das Buch ist klar und angenehm zu lesen und führt in bester Weise in die Fragestellung und den Gedankeninhalt der Relativitätstheorie ein. Es ist jedem, der einen leicht gangbaren, aber doch sicheren Weg in das schwierige Gebiet sucht, zu empfehlen.

Lamla.

Der Weltenraum und seine Rätsel. Von Sir JAMES JEANS. Übersetzt von RUDOLF NUTT. 216 Seiten. 8°. 2 Tafeln und 3 Zeichnungen. Stuttgart und Berlin: Deutsche Verlagsanstalt 1931. Geb. RM 5,50.

In diesem populären Buche von JEANS findet sich eine meisterhafte Darstellung, die stümperhaft übersetzt ist. Es ist zwar als eine in sich abgeschlossene und selbständige Fortsetzung der Sterne, Welten und Atome gedacht, bietet aber nur eine Behandlung desselben Stoffes aus einem anderen Gesichtswinkel. Während in dem Buche „Sterne, Welten und Atome“ die wissenschaftliche Grundlage des physikalischen Weltbildes gelegentlich zu philosophischen Betrachtungen Anlaß gab, steht hier die naturphilosophische Deutung dieses Weltbildes im Vordergrund. Wenn auch das Buch nicht als ein naturphilosophisches Werk gewertet werden darf, so kann man wohl ohne Bedenken voraussagen, daß es eine tiefgehende Wirkung haben wird. Es ist im besten Sinne eine Propagandaschrift für unsere heutige naturwissenschaftliche Weltanschauung; eine Schrift, die den Naturwissenschaftler wieder daran erinnert, daß man sehr viele Bäume genau sehen kann, ohne den Wald zu überschauen; eine Schrift endlich, die der Allgemeinheit helfen kann, sich schneller von dem wissenschaftlichen Materialismus zu lösen, der von der Naturwissenschaft längst überwunden ist. Die kritischere Einstellung unserer Zeit wird sehr hübsch in Sätzen ausgedrückt, wie den folgenden: „Die Formung von Modellen oder Bildern zur Erklärung mathematischer Formeln und der Phänomene, die diese beschreiben, ist kein Schritt auf die Wirklichkeit zu, sondern ein Schritt von ihr weg; es ist, als wenn man geschnittene Bilder von einem Geist macht;“ oder: „Das Weltall sieht allmählich mehr wie ein großer Gedanke, als wie eine große Maschine aus.“ Die JEANSSCHE Darstellung erreicht sicher nicht die Tiefe und die logische Sauberkeit des EDDINGTONSchen Buches; man sollte sich aber vor einer vergleichenden

Bewertung dieser Bücher hüten, da ihre Werte in verschiedenen Ebenen liegen. Wo EDDINGTON zum Philosophen wird, da wird JEANS zum Propheten und zum Dichter. Bei JEANS liegt eine erhebliche literarische Leistung vor, und es ist tief zu bedauern, daß ihm nicht eine so feinfühligere Übersetzung vergönnt war, wie dem EDDINGTONSchen Buche. Bei allen Vorbehalten, die der kritische Leser machen wird, muß man doch eine weite Verbreitung des JEANSSchen Buches wünschen. Es wäre sehr gut, auch dieses Buch der reiferen Jugend zugänglich zu machen, für die es sicher ein tiefes Erlebnis werden wird, von einem exakten Wissenschaftler ein klares Bekenntnis zu einer religiösen Weltanschauung zu hören. Der exakt denkende Mensch wird sich diesem Eindruck auch da nicht entziehen können, wo religiöser Glaube mit wissenschaftlicher Erkenntnis allzu primitiv begründet wird.

Hiedemann.

Sterne, Welten und Atome. Von Sir JAMES JEANS. Übers. von RUDOLF NUTT. 384 Seiten 8^o und 49 Abbildungen. Stuttgart und Berlin: Deutsche Verlagsanstalt 1931. Geb. RM 10,—.

Es ist immer anregend, einen Forscher über sein eigenes Forschungsgebiet zu hören. Wenn dieses Gebiet der Kosmos und der Forscher ein solcher Meister der allgemeinverständlichen Darstellung ist wie Sir JEANS, dann wird man viel erwarten. Wer die Hoffnung hat, in dem Buch von JEANS eine wissenschaftlich einwandfreie Darstellung der sachlichen Grundlagen des physikalischen Weltbildes zu finden und die wichtigsten und tiefsten Probleme in größter Klarheit und Exaktheit dargelegt zu sehen, wird in seinen Erwartungen nicht enttäuscht werden. Minderwertige populäre Darstellungen schaden meist mehr, als sie nützen; aber Werke wie die von EDDINGTON und JEANS sind wahre Kulturträger. Jeder Gebildete kann und wird aus solchen Büchern Anregung und innere Bereicherung gewinnen. Zum vollen Verständnis auch aller Einzelheiten ist allerdings die Kenntnis gewisser physikalischer Begriffe doch Voraussetzung. Der Stoff birgt die Versuchung zu naturphilosophischen Betrachtungen. Daß Sir JEANS wegen der bekannten englischen Neigung zu einer unbekümmerten und unbefangenen Naturphilosophie dieser Versuchung nicht widerstehen konnte, war nicht anders zu erwarten. Das beeinträchtigt aber den Wert des Buches nicht. Der kritische Leser merkt doch leicht, wo der temperamentvolle Schwung einer sicherlich dichterisch begabten Persönlichkeit an die Stelle wissenschaftlicher Exaktheit tritt. Auch wo die philosophischen Betrachtungen hart an das Niveau einer geistreichen Konversation streifen und zum Widerspruch reizen, bleibt das Niveau immer noch erfreulich kultiviert. Unerfreulich ist die auch in diesem Buche auffallende englische Angewohnheit, die Arbeiten deutscher Forscher nur im äußersten Notfall zu erwähnen. Besonders fällt hier die Nichterwähnung MACHS auf und die Bezugnahme auf POINCARÉ in einer solchen Weise, daß der Eindruck erweckt wird, als ob das Prinzip der Ökonomie des Denkens von POINCARÉ stamme.

Das Buch gehört in die Bibliothek eines jeden interessierten Menschen. Man sollte in den Schulen nicht die Gelegenheit versäumen, älteren Schülern das Werk als wirksames Gegengift gegen einen oberflächlichen Materialismus zu verabreichen. Die interessierte Jugend wird JEANS wohl mit der gleichen Begeisterung in sich aufnehmen wie frühere Generationen die „Welträtsel“ und „Kraft und Stoff“. Auch mit diesem Buche sind ähnliche Gefahren verknüpft, wie mit den genannten, längst überwundenen Schriften; aber der etwaige Schaden ist unvergleichlich kleiner als der sichere Gewinn. Die Übersetzung ist beklagenswert und strotzt von Anglizismen.

Hiedemann.

Kepler-Festschrift. Im Auftrage des Naturwissenschaftlichen und des Historischen Vereins Regensburg herausgegeben von Prof. Dr. KARL STÖCKL. Mit XXVIII Tafeln und 37 Abb. im Text. Regensburg 1930. Bezug durch den Naturwissenschaftlichen Verein Regensburg. Druck der Graphischen Kunstanstalt Heinrich Schiele in Regensburg. Preis geh. RM. 15,—; geb. RM. 18,—.

Der vorliegende. 355 Seiten umfassende Band ist der erste der Festschrift, die verfaßt wurde, als Ende September 1930 zur Erinnerung an KEPLERS Hinscheiden vor 300 Jahren eine große Huldigungsfeier in Regensburg veranstaltet wurde, an der auch die Regierungen der Länder, in denen der große Mann einst gewirkt hatte, Anteil nahmen, und der auch Vertreter der Städte, in denen er seine unsterblichen Werke schrieb, welche die neue Astronomie und die moderne Naturforschung begründeten, beiwohnten. Im ersten Teil des Bandes wird der Verlauf dieser überaus glänzenden Feier geschildert, auch werden die verschiedenen dabei gehaltenen Reden im Wortlaut mitgeteilt. Der zweite Teil bringt mehrere von verschiedenen Verfassern herrührende, auf Dokumente gestützte Ausführungen über KEPLERS Beziehungen zu Regensburg und zur Oberpfalz. Dabei wird auch das Regensburger KEPLER-Denkmal eingehend beschrieben. Der dritte Teil umfaßt eine größere Reihe von Abhandlungen, die anlässlich dieser großartigen KEPLER-Feier erschienen, und die alle Seiten der Arbeiten KEPLERS behandeln und in ihrer Bedeutung würdigen. Wer sich mit der einzigartigen Persönlichkeit KEPLERS beschäftigen anfängt, dem kann nur empfohlen werden, zuerst diese Festschrift zu lesen. Schon die erhebenden Ansprachen, die von hervorragenden Vertretern der Wissenschaft bei der Feier gehalten wurden, kennzeichnen die verschiedenen Seiten des Wesens KEPLERS in klaren Umrissen. Prof. Dr. J. SCHICK spricht an einer Stelle seiner in der Festschrift enthaltenen Abhandlung über KEPLERS Briefe folgenden Gedanken aus: „Es gibt Menschen, die man bewundert, und Menschen, die man liebt, und das Höchste haben sicherlich die Herrlichen erreicht, die man bewundert und zugleich auch liebt.“ Zu den letzten gehört, wie er weiter ausführt, KEPLER. Diese Grundeinstellung spricht aus allen Festreden, gleichgültig, ob sie über KEPLER als

Mensch oder als Begründer der neueren Astronomie oder als bahnbrechenden Naturforscher handeln.

Der zweite, historische Teil des Bandes hat sich das Ziel gesteckt, die Beziehungen KEPLERS zu Regensburg darzustellen, die in seinem bewegten Leben eine große Rolle gespielt haben. KEPLER hielt sich öfter, z. T. sogar längere Zeit in Regensburg auf. Da nun die Verfasser diese Beziehungen zu Regensburg in ihrem Zusammenhang mit den Wechselfällen seines Lebens darstellen, so ist dieser historische Teil eigentlich eine kurze Lebensbeschreibung. Die Ursache seines unsteten Lebens lag auf konfessionellem Gebiete. Er war zwar Protestant, konnte sich aber aus Gewissensbedenken bei der Abendmahlslehre in einem Punkte nicht voll zur Augsburgischen Konfession bekennen. Das hatte bei der damals allen Konfessionen eigenen Unuldamsamkeit zur Folge, daß man ihn kalvinistischer Neigungen bezichtigte, ihn vom Abendmahl ausschloß und vor allen Dingen aus seiner Heimat Württemberg abschob — anders kann man den Vorgang nicht bezeichnen. Obgleich seine gewaltige geistige Bedeutung sehr bald in der ganzen wissenschaftlichen Welt anerkannt wurde, blieb es ihm versagt, in Württemberg festen Fuß zu fassen und namentlich die sehnlichst erstrebte Professur an der Universität Tübingen zu erhalten. Wäre KEPLERS Religiosität nicht eine tief innerliche gewesen, was ja besonders aus seinen philosophisch-ästhetischen Schriften hervorgeht, wäre er auch nur zu geringen Konzessionen bereit gewesen, so hätte sein Leben trotz des 30jährigen Krieges einen ganz anderen, ruhigen Lauf genommen, er hätte eine völlig gesicherte Stellung erhalten und hätte es nicht nötig gehabt, um der bitteren Not seiner Familie zu steuern, immer wieder um Auszahlung seines rückständigen Gehaltes vorstellig zu werden. Die traurigste Reise nach Regensburg war seine letzte. Er war 1628 durch Vermittelung des Kaisers, dessen „Hofmathematikus“ er war, in die Dienste Wallensteins getreten, der ihm Sagan als Wohnort anwies und 1000 fl. Jahresgehalt zusagte. Da erhielt er 1630 in Sagan die Kunde, daß der Kaiser am 13. Sept. des Jahres die Enthebung Wallensteins vom Oberbefehl bestätigt habe und daß nunmehr die Fortbezahlung seines Jahresgehalts unsicher geworden war. Er trat nun kurz entschlossen in ernster Sorge um den Unterhalt seiner Familie seine letzte Reise nach Regensburg an, um bei dem dort tagenden Reichstag seinen rückständigen Sold persönlich anzufordern. Diese Absicht konnte er nicht mehr durchführen, denn er starb in den ersten Tagen nach seiner Ankunft an den Folgen einer Erkrankung, die er sich auf der Reise zugezogen hatte. Die Stelle seines Grabes in Regensburg kennt man nicht.

Der dritte Teil der Festschrift bringt mehrere wissenschaftlich wertvolle Abhandlungen. Mit dem Rüstzeug der heutigen Mathematik wird gezeigt, daß die KEPLERSchen Gesetze sich zwanglos in die erst später geborene Mechanik einfügen. Er war dem NEWTONschen Gravitationsgesetz sehr nahe gekommen, denn er spricht ganz klar den Ge-

danken aus, daß eine magnetische Kraft der Sonne innewohnen müsse, die auf die Planeten wirke mit einer Stärke, die im umgekehrten Verhältnis zum Quadrat, vielleicht zum Kubus des Abstandes von der Sonne stehe. Es ist sicher richtig, wenn man GUERICKE und KEPLER als Vorläufer NEWTONS bezeichne, aber es ist falsch, wenn man behauptet, KEPLER habe das Gravitationsgesetz bereits vollständig in den Händen gehabt. Nach seiner Vorstellung sollte diese magnetische Kraft der Sonne die Fähigkeit besitzen, die Planeten infolge der Achsendrehung der Sonne wie mit einem Kraftbesen herumzufegen. Um zur völligen Klarheit zu gelangen, mußte erst die Mechanik ausgebaut werden. Der Flächensatz, der in seinem philosophisch-ästhetischen Werke „*Harmonices mundi*“ ausgesprochen wird, wird mit dem Gesetz von der Erhaltung der Energie auf eine Stufe gestellt. So wie man den Energiesatz benutzen kann, um irgendwelche Dinge in der Mechanik zu beweisen, so kann auch der Flächensatz denselben Zwecken dienen. Diese Verwendbarkeit wird an mehreren derartigen Problemen aufgezeigt. In den Abhandlungen der Festschrift, die sich mit den optischen Arbeiten KEPLERS befassen, wird gezeigt, wie er, auf früheren Arbeiten fußend, um das Brechungsgesetz ringt, es zwar nicht findet, aber doch den Fortschritt einleitet. Jedenfalls ist DESCARTES' Veröffentlichung über das Brechungsgesetz durch KEPLERS Bemerkungen angeregt worden. Die Linsenoptik wird von ihm ungemein gefördert, wobei er sich zwar noch auf den Standpunkt des Ptolomäus stellt, nach dem der Brechungsexponent $n = \frac{a}{\beta}$

sein soll, aber ausdrücklich die Einschränkung festsetzt, daß $a < 30^\circ$ sein muß. Er macht die Bemerkung, daß bei der Netzhaut eine verändernde Einwirkung stattfinden müsse, die in die Tiefe geht, daß also die Netzhaut nicht bloß die Rolle der Mattscheibe übernimmt, sondern die der lichtempfindlichen Schicht der photographischen Platte. Man kann sagen, er ahnt den Sehpurpur voraus. In der Erklärung des Schvorganges übertrifft er bei weitem die Auffassung der Alten, und zwar hauptsächlich deswegen, weil er sich auf die inzwischen genau klargelegte Anatomie des Auges stützt. Er erkennt als erster richtig die Wirkung der Kristalllinse. Auf die Frage, wie es kommt, daß man die Gegenstände aufrecht sieht, während die Bilder auf der Netzhaut umgekehrt sind, weiß er allerdings nur eine völlig unbefriedigende Antwort im scholastischen Sinne zu geben. Auch die Akkommodation wird von ihm falsch erklärt. Er ist jedenfalls als der Begründer der Dioptrik anzusehen, welcher Name auch von ihm eingeführt ist. In bezug auf das beidäugige Sehen ist KEPLER der erste, der die Bedeutung des Winkels der beiden Augenachsen für die Beurteilung der Entfernung des Gegenstandes erkennt. In seinen philosophisch-ästhetischen Schriften verfällt er allerdings einer recht wilden Phantastik, die aber seinem tief religiösen Wesen und seinen ästhetischen Bedürfnissen entspringt. Er sucht Harmonien im Weltall, wo keine zu finden sind;

er verknüpft, auf ungenauen astronomischen Zahlenwerten fußend, die 5 regulären Körper mit den Entfernungen der Planeten von der Sonne. Aus dieser Einstellung seines Wesens ist es auch zu erklären, daß er, obwohl er der übertriebenen Sterndeuterei abhold war, doch seiner Zeitrichtung ihren Tribut zahlte, wobei auch finanzielle Gründe mitsprachen. Der geniale Forscher empfand keinen Widerspruch zwischen tiefer wissenschaftlicher Arbeit und aufrichtigem Offenbarungsglauben. Das Problem des wirklichen Geburtstages Christi wurde von ihm angeregt und seine Lösung zum mindesten erheblich gefördert.

Der Abschnitt, der von KEPLERS Briefen handelt, ist ein glänzendes Referat über das zweibändige Werk „JOHANNES KEPLER in seinen Briefen, herausgegeben von MAX CASPAR und WALTHER VON DYCK“ (München u. Berlin 1930, Verlag R. Oldenbourg). Der Referent Geh.-Rat Prof. Dr. JOSEPH SCHICK, München, schreibt hier: „In der ganzen weiten Welt wüßte ich keinen Briefwechsel zu nennen, der an geistigem Hochstand oder an ragender Persönlichkeit des Schreibers diese Sammlung überträfe, in der neben so vielem menschlich Schönerem zum ersten Mal die schönsten Geheimnisse Gottes beim Bau der Welt enthüllt wurden.“ Diese Briefe gewähren einen tiefen Blick in das innerste Wesen KEPLERS. Man findet in denselben Briefe nebeneinander höchste Phantastik und glänzendste wissenschaftliche Leistungen. In dem Briefe vom 11. Okt. 1605 liest man den herrlichen Satz: „Die Planetenbahn ist eine vollkommene Ellipse“ und daneben das Bekenntnis seines Glaubens, daß ein das All beselender Geist den Tau in Heuschrecken und Raupen, den Morast in Frösche usw. verwandle. Rührend und seine dankbare Anhänglichkeit beweisend sind seine Briefe an seinen einstigen Lehrer MÄSTLIN, obwohl dieser in dem Bewußtsein, daß sein ehemaliger Schüler hoch über ihn hinausgewachsen sei, sehr zurückhaltend in der Beantwortung der Briefe war. Manche Briefe sind auch sehr scharf gehalten: Tengnagel, der Schwiegersohn TYCHOS, hielt Wache über die Beobachtungsschätze des großen Dänen „wie ein Hund an der Krippe, der zwar selber kein Heu frißt, aber auch anderen keines überläßt“ und verhinderte längere Zeit das Erscheinen der „Astronomia Nova“. Über GALILEIS Entdeckungen mit dem Fernrohr jubelt er, Neid kennt er nicht. Man lernt ihn als einen durch und durch deutsch empfindenden Mann kennen, wenn man in einem Briefe die Gründe liest, die ihn zur Ablehnung der geplanten Berufung nach Bologna als Nachfolger MAGINIS bestimmten.

Es ist, namentlich in unserer so stark materialistisch eingestellten Gegenwart, eine Freude, diese glänzende Festschrift über den großen Mann zu lesen, den unser Volk einmal hervorgebracht hat und über den mit Recht gesagt wird: „So hoch war noch kein Sterblicher gestiegen, wie KEPLER stieg.“ Die Festschrift sei darum allen Verwaltern der Lehrerbüchereien zur Anschaffung empfohlen, soweit es sich ermöglichen läßt.

Steindel.

Alfred Krupp. Von W. BERDROW, Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte. 4. Jahrgang, 1932, Heft 4. Berlin 1932, VDI-Verlag. DIN A 5, II, 146 Seiten mit 2 Abbildungen. Brosch. RM 0,90 (auch für VDI-Mitglieder.)

Das Heft bringt eine gedrängte, klare Darstellung des Lebenslaufs ALFRED KRUPPS. Die Legende, daß sein Vater FRIEDRICH KRUPP ihm, dem 14jährigen Knaben, auf dem Sterbebette das Geheimnis der Gußstahlfabrikation überliefert habe, wird mit aller Entschiedenheit verworfen. Auf die Schultern des Knaben wird die Sorge für den Unterhalt der ganzen Familie und damit die schwere Aufgabe gelegt, das zusammengebrochene väterliche Unternehmen neu aufzubauen. ALFRED KRUPP sagte bei einer Gelegenheit offen, daß er von seiner Mutter mehr als von seinem Vater geerbt habe, vor allem den Fleiß, „mit dem sie das Hauswesen rettete“. Mittellos, ohne Eisen, ohne Kohlen, ohne Gußtiegel, ohne Geld hatte der Vater die Gründung hinterlassen, „es wurde nichts beibehalten als der Ort und das leere Gebäude“. Allerdings lagen noch ein paar unausgeführte Bestellungen vor, die die Kundschaft wohl schon vergessen hatte. An diesen schwachen Faden knüpfte der Sohn an, aber erst in seinem 40. Lebensjahre stellte sich der Erfolg ein. Es ist eine falsche und ganz einseitige Vorstellung, wenn man in ALFRED KRUPP nur den Mann sieht, der dem deutschen Heer die Waffen schmiedete. Seiner Lebensarbeit lag ein allgemeineres Motiv zugrunde, nämlich die Einführung des Gußstahls in alle Zweige der Technik, die dafür geeignet waren; die Waffenfabrikation bildete nur einen Teil davon. Die Gewöhnung an überkommene Gepflogenheiten löste aber bei seinen Bemühungen ungeheure Widerstände aus, die zum Teil zu erbitterten Kämpfen führten. Nur der durch eigene Konstruktion und Fabrikation geführte drastische Nachweis der Überlegenheit des Stahls führte langsam zum Erfolge. Eigentümlich berührt es, daß ALFRED KRUPP in seinem ersten, schwersten Lebensabschnitt gerade in seinem engeren Vaterlande Preußen bei den verschiedenen Verwaltungen den größten Widerstand erfuhr, und daß es Süddeutschland und das Ausland waren, die ihm durch größere Aufträge aus schwierigster Situation heraushalfen. Sein eiserner Wille, der niemals auch durch eintretende Rückschläge gelähmt werden konnte, sein Grundsatz, mit strengster Gewissenhaftigkeit stets nur beste Qualität zu liefern und für die Güte der Fabrikate eine Garantiezeit zu gewähren und gegebenenfalls Ersatz zu leisten, verhalfen ihm zum Siege. Niemals war für KRUPP die Rücksicht auf den augenblicklichen Nutzen ausschlaggebend, denn die Zuversicht, daß die Einführung seiner Stahlerzeugnisse wegen ihrer Güte nur eine Frage der Zeit sei, war in ihm unbeirrbar. Darum lehnte er auch in Augenblicken großer finanzieller Schwierigkeiten jede Art von Vergesellschaftung ab.

Neben der Sorge um die Entwicklung seines Unternehmens ließ sich KRUPP, der einstmals mit 6 anderen Arbeitern in einer Reihe gestanden

hatte, in seinen Maßnahmen stets von dem sozialen Gedanken leiten, daß er als Unternehmer auch eine Verantwortung für das Wohlergehen seiner Arbeiter trage. Die von ihm geschaffenen Arbeitersiedlungen haben ja dazu beigetragen, das kleine Städtchen Essen, das anfangs etwa 4000 Einwohner zählte, zu einer der bedeutendsten Industriestätten mit etwa 67000 Einwohnern zu machen. Vorbildlich war er als Schöpfer von Wohlfahrtseinrichtungen für seine Arbeiter. Lange, bevor es eine soziale Gesetzgebung gab, waren bei ihm eine Krankheits- und Sterbekasse vorhanden, der dann auch eine Pensionskasse angegliedert wurde.

So liefert der Verfasser in seiner Darstellung einen Beleg für die Erfahrung, daß in der Industrie und Technik die Gründer von Familienunternehmen jahrzehntelang wohl mit größten Schwierigkeiten haben kämpfen müssen, daß ihr Bau aber meist fester gehalten hat als der von vergesellschafteten Gründungen, und daß die Gründer und Führenden solcher Familienunternehmen sich weit häufiger von ideellen Erwägungen haben leiten lassen als von den persönlichen Gründen, die Außenstehende oft als einziges Leitmotiv ihres Handelns ansehen.

Das Büchlein, das den Emporstieg eines Mannes aus eigener Kraft darstellt, sei wärmstens zur Anschaffung für Schülerbüchereien empfohlen.

Steindel.

Nikola Tesla und sein Werk und die Entwicklung der Elektrotechnik, der Hochfrequenz- und Hochspannungstechnik und der Radiotechnik. Von Dipl.-Ing. SLAVKO BOKŠAN. Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. F. KIEBITZ. 344 S. Mit 79 Abbildungen im Text. Leipzig-Wien-New York. Deutscher Verlag für Jugend und Volk. Abteilung für Wissenschaft und Technik. Subskriptionspreis RM 15,—; geb. RM 22,50.

SLAVKO BOKŠAN berichtet in seinem Buche über ein erfindarisches Leben gewaltigsten Ausmaßes und voll intuitiven Schaffens, aber auch über ein Leben großer Tragik, darin dem Schicksal JULIUS ROBERT MAYERS vergleichbar, denn auch NIKOLA TESLA ist bis heute die Anerkennung der Priorität seiner großen Erfindungen und Gedanken versagt geblieben. Daß die Erfindung und Anwendung des Drehstrommotors und -generators, der modernen Kraftübertragung, der Hochfrequenzmaschine und der drahtlosen Telegraphie, also ein umfassendes Gebiet, ohne das Eingreifen NIKOLA TESLAS wesentlich später erfolgt wären, ist BOKŠANS Überzeugung; er belegt sie mit so zahlreichen und sachlichen Argumenten, daß auch der Leser seines Buches diese Überzeugung gewinnen muß. Eine kurze Inhaltsangabe seines Werkes sei im folgenden in freier Auswahl gegeben. NIKOLA TESLA ist von Geburt Serbe und im Jahre 1856 in einem Dorfe bei Golnić in Kroatien als Sohn eines Geistlichen geboren. Sein großes Interesse für Naturwissenschaften äußerte sich früh, und er ging nach beendeter Schulzeit an die Universität Graz, um mathematische und physikalische Vorlesungen zu hören. Schon hier

finden wir ihn mit Problemen beschäftigt, deren Lösung ihm einige Jahre später restlos gelingen sollte. Die Erfindung des Drehfeldes fällt in das Jahr 1882, während TESLA Ingenieur in Budapest war. Noch im gleichen Jahre fuhr er nach Paris in der Hoffnung, dort seine Ideen in die Praxis umsetzen zu können, was jedoch nicht glückte, trotzdem er das Modell eines Drehstrommotors, den er gebaut hatte, bereits in Betrieb zeigen konnte (Sommer 1883). Nach praktischer Tätigkeit bei einem der Edisongesellschaft nahestehenden Unternehmen in Paris faßte er im Frühjahr 1884 den Entschluß, nach Amerika zu gehen. Hier trat er als Ingenieur bei den Edisonwerken ein, wo er schon nach einem halben Jahre sich eine angesehene Stellung verschaffte. 1885 finden wir ihn bereits als Teilhaber einer von ihm gegründeten Gesellschaft: Tesla Electric Arc Light Comp., die die Fabrikation einer von ihm erfundenen Bogenlampe aufnahm. Eine Gelegenheit, seine Lieblingsidee des Baues einer Drehstromkraftanlage zu verwirklichen, fand sich auch hier nicht, und er trennte sich bereits nach 2 Jahren von seinem Unternehmen, um neue Finanzleute zu finden, was ihm auch gelang. Neue Versuche mit Drehstrommaschinen in weit größerem Ausmaße als in Paris folgten, und so konnte TESLA im Oktober 1887 die erste Serie einer großen Zahl von grundlegenden Patenten (im ganzen etwa 40) beantragen, die in den Jahren 1888 und 89 Gültigkeit erhielten. Es seien, um eine Vorstellung von dem Ausmaß ihres Inhaltes zu geben, einige genannt: „Elektrische Kraftübertragung“ (Drehfeld), „Drehstromasynchronmotor“, „Kurzschluß- und Schleifringmotor“, „Transformation und Verteilung elektrischer Energie“, „Asynchrongenerator“, „Einquaswechselstrommotoren“, „Multipolarmaschinen“, „System der elektrischen Verteilung“ u. a. Nach Veröffentlichung dieser Patente fand TESLA bald den Unternehmer, der sie in die Praxis umzusetzen bereit war: GEORG WESTINGHOUSE. Um den Kampf zu verstehen, der nun um das Drehstromsystem in Amerika und auch in Europa losbrach, ist zu bedenken, daß damals der Gleichstrom das Feld beherrschte, daß bereits ein großes Kapital in Gleichstromanlagen investiert war und eine Reihe großer Firmen, darunter auch die Edisongesellschaft, Gefahr liefen, durch die TESLA-Patente ihre Aufträge zu verlieren. Die Patente wurden daher zunächst auf Grund einer Anzahl älterer vermeintlich gleicher Anmeldungen (FERRARIS) angefochten, doch wurden diese Anfechtungen nach jahrelangen Auseinandersetzungen sämtlich zugunsten TESLAS entschieden. Der Kampf wurde dann wirtschaftlich fortgesetzt unter Hinzuziehung einer großen Zahl von Autoritäten, die die Untauglichkeit des Drehstromsystems zu beweisen trachteten (darunter Lord KELVIN und T. A. EDISON). In Amerika ging der Streit in der Hauptsache um die Vergebung des Auftrags auf ein großes Elektrizitätswerk zur Ausnutzung der Niagarafälle. Auch hier wurde schließlich zugunsten des TESLA-Systems entschieden und die erste große elektrische Kraftanlage der Welt in

Maschinensätzen von 5000 PS, damals eine unerhört große Leistung, gebaut; die Energie wurde mittels Hochspannung auf weite Entfernungen (Buffalo) geleitet. Die Richtigkeit des Prinzips war schon vorher in Europa auf der berühmten Strecke Lauffen-Frankfurt (Main) im Jahre 1891 durch deutsche Ingenieure bewiesen worden. Die Niagarastation wurde 1896 nach 5jährigem Bau in Betrieb genommen. Es ist bezeichnend für NIKOLA TESLA, daß er sie während ihres Baues niemals besucht hat, was erst nach ihrer Inbetriebsetzung geschah. Um die weitere, rein technische Durchbildung des Drehstromsystems, das, wie bekannt, bald gewaltige, sicherlich auch von TESLA nicht erwartete Dimensionen annahm, hat er sich nicht mehr gekümmert; nur so ist es zu verstehen, daß sein Name in der Starkstromtechnik bald nicht mehr genannt wurde. Nach 1890 wandte er sich neuen, von der Mitwelt erst Jahrzehnte später verstandenen Problemen zu, die die zweite große Serie (wiederum etwa 40) seiner Patentanmeldungen umfassen. Im Jahre 1889 hatte HEINRICH HERTZ seine berühmten Versuche über die Ausbreitung elektrischer Wellen im Raum veröffentlicht und dadurch die Aufmerksamkeit der ganzen Welt auf schnelle elektrische Schwingungen gerichtet. TESLA baute in einem eigenen Laboratorium, das er sich in New York eingerichtet hatte, Hochfrequenzmaschinen und Hochspannungstransformatoren besonderer Art, die seitdem unter dem Namen „Teslatriansformatoren“ oder „Teslaspulen“ allgemein bekannt geworden sind. Doch führten ihn seine Forschungen und Entdeckungen viel weiter. Mit Hilfe seiner Hochfrequenzmaschinen, die er allmählich auf die Frequenz 15000 Hertz brachte, studierte er das Verhalten von Kondensatoren und Schwingungskreisen und kam so auf Resultate, deren Bedeutung der gesamten Fachwelt damals nicht aufging. Da er die Frequenz seiner Maschinen nicht weiter treiben konnte, den Grund hierzu erkannte er sehr bald, ging TESLA zu der Benutzung von Funkenstrecken über und erzeugte schwach gedämpfte Schwingungen der Frequenz, wie sie Jahrzehnte später zur drahtlosen Überbrückung weiter Entfernungen allgemein üblich geworden sind. Er baute in Colorado eine drahtlose Telegraphenstation mit „Antennen“, womit er eine Entfernung von 600 amerikanischen Meilen überbrückte. Er brachte in der Nähe dieser Station in abgestimmten Kreisen Glühlampen zum Brennen und knüpfte daran die Hoffnung, daß es ihm möglich würde, Energie mit großem Nutzeffekt zu übertragen. TESLA regte mit Erfolg an, schnelle elektrische Schwingungen als Heilmittel in der Medizin zu verwenden und konstruierte Apparate, die seitdem unter dem Namen Diathermieapparate allgemein bekannt geworden sind. Die Patente und Veröffentlichungen aller dieser Erfindungen und Konstruktionen fallen in die Jahre 1890 bis 1900. Er führte die Versuche sämtlich mit eigenem Kapital durch und verbrauchte dabei sein ganzes Vermögen, zumal um die Mitte des Jahrzehnts sein großes Laboratorium durch einen

Brand vollständig zerstört wurde. Eine zweite weit größere Radiostation, mit der er die Erde umspannen wollte, wurde noch begonnen, aber aus Mangel an Mitteln nicht mehr fertiggestellt. Gegen Ende des Jahrhunderts unternahm er noch Versuche zur drahtlosen Fernsteuerung von Fahrzeugen. Daß TESLA auch die Anregung zur Benutzung von Elektronenröhren als Schwingungserzeuger gegeben hat, versucht BOKŠAN ebenfalls zu erhärten, doch erscheint der Beweis nicht erbracht. Für alle diese großartigen Versuche gelang es TESLA nie, einen größeren Kreis zu interessieren. Um so größer muß die Tragik in seinem Leben erscheinen, daß es im Jahre 1901 MARCONI glückte, nachdem er vorher ein Jahrzehnt vergeblich mit HERTZschen (also kleinen) Wellen experimentiert hatte, mit TESLAschen Methoden den Ozean drahtlos zu überbrücken und das allgemeine Interesse auf das neue Nachrichtenmittel zu lenken. MARCONI war ein gewiegter Geschäftsmann, der beizeiten verstanden hatte, die englische Weltmacht für seine Zwecke zu interessieren und in der Folge als Stoßmittel zu gebrauchen¹. TESLA hat nie versucht, die MARCONIschen Methoden patentrechtlich anzufechten. Seit 1900 zog er sich zurück, offenbar stark verbittert und weltfeind geworden; erst im Jahre 1919 hörte die Welt wieder von ihm durch Veröffentlichung seiner Autobiographie; er lebt noch heute in New York.

Im vorstehenden konnte nur ein kurzer, sehr unvollkommener Bericht über den Inhalt des Buches von BOKŠAN gegeben werden, zu dem F. KIEBITZ ein Vorwort geschrieben hat. Jedem, dem weit über die Fachwissenschaft hinaus das Streben nach wissenschaftlicher Sachlichkeit am Herzen liegt, der entfernt von der Sensationslüsternheit unserer Zeit nach den reinen Quellen der Wahrheit sucht, muß das Lesen dieses Buches eine große Freude sein. Darüber hinaus muß seine Lektüre jeden Lehrer ergreifen, dem der Unterricht seiner Schüler oder Hörer am Herzen liegt.

F. Moeller.

Wetter und Wetterentwicklung. Von H. von FICKER, Berlin. (15. Band der Sammlung „Verständliche Wissenschaft.“) VII, 140 Seiten, mit 42 Abbildungen und 11 Karten. Berlin: Julius Springer 1932. Preis geb. RM 4,80.

Unter den zahlreichen kleinen Werken über moderne Wetterkunde nimmt das Buch eine ganz hervorragende Stellung ein, da es einen führenden Vertreter dieser Wissenschaft zum Verfasser hat, der zugleich eine außerordentliche Gabe anregender Darstellung besitzt. Ganz bewußt weicht das Büchlein außerdem, wie auch im Vorwort betont ist, von vielen Artgenossen ab, indem es nämlich über das Beobachtungswesen fast gar nichts bringt und auch dem Leser das Durcharbeiten von Zahlentabellen erspart. Dafür wird um so mehr Wert darauf gelegt, in anschaulichster Weise ausgewählte meteorologische Forschungsergebnisse zu schildern und namentlich die Zu-

¹ Bemerkung des Verfassers.

rückführung der Wettergestaltung auf ihre erkennbaren Ursachen darzulegen. Daß hierbei in Fällen, in denen die Meteorologie das Ziel einer allgemein befriedigenden Erklärung der Dinge noch nicht erreicht hat, auch ein Einblick in die sie bewegenden Streitfragen gewährt wird, macht das Buch für den Nichtmeteorologen sicher um so interessanter und wertvoller. Von den Kapiteln, die in die neuesten Anschauungen der Wetterkunde einführen, seien folgende Überschriften genannt: „An der Kampffront der Luftmassen, die Zyklonen der mittleren Breiten, im Hochdruckgebiet, Wetterkarte und Wettervorhersage“. In diesen Teilen wird ein ausgezeichnetes Überblick über den gegenwärtigen Stand der Witterungskunde geboten, der dem Lehrer vor Behandlung der Wetterkarte im Unterricht willkommen sein wird. Die allgemeine Verständlichkeit, die in dem Büchlein angestrebt wird, wie in der ganzen Sammlung, der es angehört, dürfte überall gewahrt sein.

W. König.

Klima-Atlas für die Meeresheilkunde an der deutschen Seeküste. Von Dr. med. C. HAEBERLIN und Dr. P. PERLEWITZ. Hamburg: Carl Griese 1932. Preis RM 3,—.

Ein Arzt und ein Meteorologe haben sich zusammengefunden, um diesen lehrreichen kleinen Atlas herauszugeben, der zwar in erster Linie die heilkräftige Wirkung des Seeklimas darstellen soll, aber darüber hinaus auch zur Vermittlung und Bekanntmachung allgemeinerer klimatologischer Beobachtungstatsachen recht gute Verwendung finden kann. Die Verfasser haben aus vorhandenen Karten- und Tabellenwerken wie auch aus Einzelaufsätzen all das zusammengetragen, was zum Verständnis der klimatischen Eigentümlichkeiten der deutschen Küste, ihrer Unterschiede zum binnenländischen Deutschland und ihrer Stellung im umfassenderen geographischen Gesamtbild beiträgt. So ist eine Sammlung entstanden, die das umständliche und zeitraubende Zurückgreifen auf zahlreiche Einzelwerke unnötig macht und deshalb mit großem Vorteil benutzt werden kann. Dieser große Vorteil überwiegt sicher bei weitem den auch von den Verfassern selbst zugegebenen Nachteil, daß das zusammengetragene Material natürlich nicht als gleichwertig angesehen werden kann.

In einfachen, farbig gehaltenen und gut wirkenden Karten sind namentlich die Temperaturverhältnisse der deutschen Küste in ihren Besonderheiten nach den verschiedensten Richtungen hin herausgearbeitet und denen des Binnenlandes gegenübergestellt. Es folgen Karten der Luftdruck- und Windverteilung sowie der Meeresströmungen, die den Schlüssel zum Verständnis der Temperaturverhältnisse liefern. Regen- und Nebelhäufigkeit der Nordseeküste werden durch Kurven mit der des Binnenlandes verglichen, klimatische Einflüsse auf die Vegetation sind wieder durch Karten beleuchtet. Rein heilklimatische Faktoren wie Strahlung und chemische Besonderheiten der Luft haben Berücksichtigung gefunden, der Salzgehalt der Nordsee ist kartographisch

wiedergegeben. Sehr wertvoll ist, daß alle Karten und andere Darstellungen von kurzen allgemein verständlichen Erläuterungen begleitet sind, die auf den wesentlichen Inhalt hinweisen und ihn zu erklären versuchen. Das Werk vermag dadurch wie durch seine bildhaften Darstellungen sicherlich auch im Unterricht recht nützliche Dienste zu leisten und kann deshalb Schulbibliotheken sehr zur Anschaffung empfohlen werden. Der billige Preis von 3 RM wird diese an vielen Stellen leicht ermöglichen.

W. König.

Entzündung und Verbrennung von Gas- und Brennstoffdampfgemischen. Von Dr.-Ing. W. LINDNER. DIN A 5, VIII u. 85 Seiten mit 35 Abbildungen. Berlin: VDI-Verlag G. m. b. H. 1931. Brosch. RM 7,50 (VDI-Mitgl. RM 6,75).

Von einer erschöpfenden wissenschaftlichen Durchdringung und Klärung der Vorgänge, die sich in Verbrennungskraftmaschinen abspielen, ist man heute noch weit entfernt, trotzdem in den letzten Jahren in dieser Richtung viel wertvolle Arbeit geleistet worden ist. Ein besonders kompliziertes und schwieriges Teilproblem ist der Ablauf der Entzündung und Verbrennung eines brennbaren Gemisches. Es ist zu begrüßen, daß der heutige Stand der Erkenntnis hiervon, wenn sie auch noch unvollkommen ist, einmal zusammengefaßt übersichtlich dargestellt wird. Die vorliegende Schrift vermittelt die Kenntnis des Standes der Wissenschaft auf diesem Gebiet in gedrängter, übersichtlicher Form in recht befriedigender Weise. Eine Vertiefung des Gegenstandes und weiteres Studium wird durch zahlreiche Quellenangaben ermöglicht. Darüber hinaus werden manche Fragen durch eigene Versuche des Verfassers, die beschrieben sind, der Lösung näher gebracht. Man kann dem Verfasser zustimmen, wenn er am Schluß seines Buches die Ansicht ausspricht, daß der forschende Verbrennungsmotorenfachmann die Unterstützung und Mitarbeit des Physikers und Chemikers nicht mehr entbehren kann. Manche Erscheinungen und Versuchsergebnisse, denen der Verfasser zunächst für den praktischen Motorenbau keine Bedeutung zuspricht, könnten sie vielleicht in absehbarer Zeit erhalten; so z. B. die Erscheinungen bei der Zündung durch elektrische Glimmentladung. Die Teilumsetzungen der schwereren aliphatischen Kohlenwasserstoffe (z. B. Gasöl) unterhalb des Zündpunktes können am Motor beobachtet werden. Bei Verdichtung und ausbleibender Zündung tritt an der Abgasbeschaffenheit deutlich erkennbare Verbrennung ohne merkliche Kraftentwicklung auf!

Der erste Abschnitt des Werkes behandelt die chemischen Vorgänge bei der Verbrennung, wobei die verschiedenen möglichen Theorien und Hypothesen des Reaktionsablaufes einander kritisch gegenübergestellt werden. Der zweite Abschnitt befaßt sich mit der Einleitung und Fortpflanzung der Verbrennung. Es wird hierbei von elektrischer Zündung ausgegangen, wie überhaupt die ganzen Betrachtungen in ihrer Anwendung bewußt auf das Gebiet der Zündermotoren beschränkt werden.

Der letzte Abschnitt behandelt den Klopffor- gang, der als Einleitung einer nicht zur Auswir- kung kommenden Explosionswelle aufgefaßt wird.

Holm.

Tabellen und Diagramme für Wasserdampf. Berechnet aus der spezifischen Wärme. Bearbeitet von Prof. Dr. phil., Dr.-Ing. e. h. OSKAR KNOB- LAUCH, Dr.-Ing. E. RAISCH, Dr.-Ing. H. HANSEN und Dr.-Ing. W. KOCH. Zweite neubearbeitete und erweiterte Auflage der „Tabellen und Dia- gramme für Wasserdampf“ von KNOBLAUCH- RAISCH-HANSEN. R. Oldenbourg; München 1932. 46 Seiten, 1 Abb. im Text, 5 Zahlentafeln und 2 mehrfarbige Diagrammtafeln als Beilage. Preis kartoniert RM. 4,60.

Die Neuauflage der dem Dampfmaschinen- bauer längst unentbehrlich gewordenen bekannten „Tabellen und Diagramme für Wasserdampf“ ist durch die im letzten Jahrzehnt erfolgte erhebliche Ausweitung der Druck- und Temperaturgrenzen bei der praktischen Anwendung notwendig ge- worden. Während noch vor nicht allzulanger Zeit 30 at als sehr hoher Kesseldruck für eine Dampfkräftenanlage angesehen wurde, geht man heutzutage mit dem Druck schon über 200 at hinaus bis zum sogenannten kritischen Druck, bei dem der Unterschied zwischen flüssigem und gas- förmigem Aggregatzustand verschwindet. Die Tabellen und Diagramme sind den erweiterten An- forderungen der Praxis entsprechend ergänzt und neu berechnet. Die Voraussetzungen und Grund- lagen, auf denen sich die Berechnungen aufbauen, sind angegeben.

Sehr zu begrüßen ist, daß den eigentlichen Berechnungen, Tabellen und Diagrammen ein kurzer Leitfaden der Wärmelehre des Wasser- dampfes vorausgeschickt wird, der dem Benutzer ermöglicht, mit wenig Zeitaufwand etwa verloren gegangene Vorstellungen der Begriffe und Zu- sammenhänge neu aufzufrischen.

Die 5 Zahlentafeln enthalten die Werte der spezifischen Wärme c_p und der mittleren spezi- fischen Wärme $(c_p)_m$, die Zustandsgrößen des gesättigten Dampfes, geordnet nach der Tem- peratur und dem Druck, sowie schließlich die Zustandsgrößen des überhitzten Dampfes. Die beiden dreifarbenen Diagrammtafeln für Wasser- dampf (i, s-Diagramm = Wärmehalt-Entropie- diagramm und $\frac{pV}{T}$, t-Diagramm) können auch allein zum Preise von RM. 12,50 für 25 Stück (Mindestzahl!) bezogen werden. *Holm.*

Chemie und Mineralogie für die vierte Klasse der (österreichischen) Mittelschulen. Von RIPPPEL- STERNHAGEN. 8. und 9. Auflage, herausgegeben von Professor L. STERNHAGEN. 121 Seiten mit 83 Abbildungen und 2 farbigen Tafeln. Wien 1931. Verlag von Franz Deuticke. Preis geb. RM 4.—.

Der Aufbau des Lehrstoffes ist stark durch mineralogische Gesichtspunkte beeinflusst. Das Buch beginnt mit einer Behandlung des Dia- mantens und des Graphits; daß beide Stoffe im chemischen Sinne Kohlenstoff sind, wird zwar als

eine „auf den ersten Blick sehr überraschende“ Tatsache mitgeteilt, jedoch kein Versuch, der diese Tatsache den Schülern glaubhaft machen kann. Am Anfang eines Buches zur Einführung in die Chemie wird dies allerdings wohl auch kaum möglich sein; der ganze Aufbau des Lehr- stoffes muß demnach anders gestaltet werden. Es ist überhaupt ein Kennzeichen dieses Buches, daß fast an keiner Stelle vom Versuch ausge- gangen, sondern eine Fülle von Einzeltatsachen gebracht wird, die ein Schüler der 4. Klasse der österreichischen Mittelschule (etwa unserer Unter- terttia entsprechend) auf keinen Fall sich auch nur annähernd aneignen kann. Um noch ein weiteres, in dieser Richtung liegendes Beispiel zu nennen: Die Atom- und Molekular-Theorie fußen in dem vorliegenden Buch einzig und allein auf dem Gesetz der konstanten Proportionen; das Gesetz der multiplen Proportionen wird bei der Ableitung der Theorie nicht benutzt. Erst später (S. 34) wird dieses mitgeteilt, nachdem vorher (auf S. 8) ohne Einschränkung gesagt wurde: „Es verbinden sich also immer nur 4 g Schwefel mit 7 g Eisen.“ Noch deutlicher wird der Verzicht auf induktive Behandlung in dem organischen Teil des Lehrbuches. Am Anfang des Kapitels über Kohlehydrate steht der Satz: „Unter Kohlehydraten versteht man solche Ver- bindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, welche Wasserstoff und Sauerstoff im selben Atomverhältnis wie das Wasser, also im Verhältnis 2 : 1, enthalten;“ dabei wird noch nicht einmal ein rein qualitativer Nachweis für das Vorhandensein der drei Elemente gegeben. Das Buch kann daher kaum als Lehrbuch bezeichnet werden, sondern höchstens als Lernbuch.

Weiterhin muß auf einige sachliche Fehler hingewiesen werden: Unter „Schwefel“ wird ein veraltetes Gewinnungsverfahren beschrieben, wie es heute kaum noch in Anwendung ist. Pyrit enthält nach STERNHAGEN vierwertiges Eisen, und es wird dafür sogar eine Strukturformel gegeben (S. 35). In Formeln wird für gasförmigen Sauer- stoff häufig O statt O₂ geschrieben. Auf S. 64 wird behauptet, daß Kaliumchlorat beim Reiben Sauerstoff abgibt. Ferner wird behauptet, das spezifische Gewicht des Diamanten betrage 3,5 g, während das spezifische Gewicht bekanntlich eine unbenannte Zahl ist; dafür wird dann aber die Dichte von Stoffen nur als unbenannte Zahl auf- geführt; in diesen Fällen meint der Verfasser also das spezifische Gewicht.

Es wäre noch manches über sprachliche Eigen- tümlichkeiten und Ungenauigkeiten zu sagen, jedoch soll darauf nicht weiter eingegangen werden, da schon das Vorangegangene genügt, um das Buch zu kennzeichnen. Wenn etwas Positives an dem Buche hervorgehoben werden soll, so kann es nur die starke Berücksichtigung der Mineralogie sein, die sogar so weit geht, daß beim Eisen auf 2 Seiten die verschiedenen Mineralien, Vorkommen usw. aufgezählt werden, während die Chemie und Technologie des Eisens mit einer einzigen Seite vorlieb nehmen müssen.

Scharf.

Einleitung in die chemische Analyse. Von Prof. Dr. LUDWIG MEDICUS. 1. Heft: Kurze Anleitung zur qualitativen Analyse. 22. und 23. verbesserte Auflage. Bearbeitet von Dr. K. RICHTER. 135 S. mit 3 Abb. Dresden 1931. Theodor Steinkopff. Preis kart. RM 5,—.

Die Neubearbeitung des „Medicus“ unterscheidet sich von der vorangehenden Auflage nur unwesentlich. Lediglich die Trennung der Zinngruppe ist etwas umgearbeitet, die Methoden zum Nachweis verwandter Bestandteile nebeneinander sind vermehrt, und schließlich haben die Angaben über Störungen wertvolle Ergänzungen erfahren. Auch ein Sachregister wurde neu aufgenommen.

In der Einleitung werden kurz die theoretischen Grundlagen der Analyse wie Dissoziation, Hydrolyse, Massenwirkungsgesetz, komplexe Salze usw. besprochen unter Hinweis darauf, daß eine gründlichere Beschäftigung mit diesen Dingen an Hand größerer Lehrbücher wünschenswert sei. Der erste Teil des Buches bringt dann die hauptsächlichsten Reaktionen der Kationen und der Anionen, ohne vollständig sein zu wollen. Nach der Besprechung der üblichen Vorprüfungen und nach der Angabe von Vorschriften für das Lösen der Substanz folgt dann die Durchführung des Analysenganges. Dabei fällt vor allem die klare, übersichtliche Anordnung, die eindeutige Bezeichnungsweise und das Eingehen auf oft auftretende Komplikationen und deren Beseitigung angenehm auf. Zur Ermittlung der Anionen ist gleichfalls wie bei den Kationen eine Einteilung in 5 Gruppen nach der Bildung von Niederschlägen mit Ba-, Pb- und Ag-Ionen vorgenommen worden. Auch hier finden wir zum Schluß eine sehr übersichtliche Tabelle zur Auffindung der Anionen. Die üblichen Aufschlußverfahren werden eingehend dargestellt und im Anschluß daran in einem Anhang auch das Verhalten seltenerer Elemente kurz gestreift. Übungsbeispiele zur Analyse von Mineralien, die solche seltenen Elemente enthalten, bilden den Beschluß des Büchleins.

Für die Handbücherei der Schulen, überhaupt überall, wo aus Sparsamkeitsgründen umfangreichere Bücher wie etwa der „Treadwell“ nicht angeschafft werden können, kann der seit langem bewährte „Medicus“ wärmstens empfohlen werden.

Isberg.

Einleitung in die chemische Analyse. Von Prof. Dr. LUDWIG MEDICUS. Viertes Heft: Kurze Anleitung zur technisch-chemischen Analyse. 3., vollständig umgearbeitete Auflage von Dr. H. TÖPELMANN. 172 S. mit 23 Abb. Dresden 1931. Theodor Steinkopff. Preis kart. RM 6,—.

Die neue, mit einem Geleitwort von Prof. BÖTTGER versehene Auflage der technisch-chemischen Analyse weicht von der vorausgehenden 2. Auflage, die MEDICUS zuletzt 1906 herausbrachte, naturgemäß stark ab. Der Verfasser hat es sich zur Aufgabe gemacht, nicht nur in der Technik übliche Analysenvorschriften aneinanderzureihen, sondern zur Hauptsache die allgemein geltenden Gesichtspunkte und charakteristische Arbeitsmethoden der Industrie in den

Vordergrund zu stellen. Es wird daher in dem Buch weder Vollständigkeit in der Stoffauswahl noch die Darstellung von ausschließlich wissenschaftlich exakten Methoden angestrebt. Was aber in dem kleinen Praktikumsbuch gebracht wird, ist sehr klar und gründlich dargestellt, wobei das Erarbeiten von Sondergebieten, die den einzelnen interessieren, durch eine reichhaltige Literaturangabe erleichtert wird. Bemerkt sei noch, daß eine ganze Reihe neuerer Untersuchungsmethoden dem kürzlich erschienenen 29. Band der chemischen Analyse, betitelt „Ausgewählte Untersuchungsverfahren für das chemische Laboratorium“ von Prof. Dr. L. WINKLER, entnommen sind. Da das Methodische in der technisch-chemischen Analyse in den Vordergrund gestellt ist, dürfte es nicht schwer fallen, die angegebenen Untersuchungsmethoden auch auf nicht beschriebene oder nur angedeutete Fälle zu übertragen.

Im ersten Abschnitt wird zunächst das sachgemäße Probenziehen beschrieben, darauf eingehend die Methoden zur Untersuchung von Wasser, besonders von Kesselwasser, sowie zu seiner Enthärtung besprochen. Auch die Kapitel „Feste und flüssige Brennstoffe“ und „Schmiermittel“ geben eine gute Übersicht über die für die Untersuchung in der Technik in Betracht kommenden Gesichtspunkte. Der nur 11 Seiten umfassende Abschnitt über Gasanalyse, in dem Analysen mit dem ORSAT-Apparat, der BUNTE-Bürette und den HEMPELSchen Pipetten beschrieben werden, bietet nichts Besonderes. Für die Verwendung der Kolorimetrie in der technisch-chemischen Analyse sind die drei üblichen Methoden, nämlich die Verwendung einer Vergleichsskala, die Verwendung einer Vergleichslösung und Konzentrationsänderung und die Verwendung von zwei Grenzlösungen angegeben und für eine Reihe von Beispielen, die mir allerdings oft reichlich schwierig erscheinen, durchgeführt worden. Sehr gut sind die Beispiele für die Anwendung der Gasvolumetrie bei der Gehaltsbestimmung von Salpeter, nitrosen Säure, Chlorkalk, Braunstein usw., nur die Kohlenstoff-Bestimmung durch Verbrennung von Eisen oder Stahl im Sauerstoffstrom im elektrischen Ofen scheint mir im Rahmen des Buches zu speziell und zu kompliziert.

Der 3. Teil behandelt Spezialuntersuchungen der Erze und Metalle, von Tonwaren, Mörtel und Glas, sowie der Düngemittel. Besonders das letzte Kapitel ist sehr gründlich und vielseitig dargestellt.

Auch dieses 4. Heft des „Medicus“ rechtfertigt durchaus den guten Ruf, den das kleine Sammelwerk besitzt. Als Arbeitsbuch für den Anfänger ist es wegen der Betonung der methodischen Seite, seiner Stoffbeschränkung, seiner Klarheit und Hervorhebung des für die technisch-chemische Analyse Charakteristischen besonders geeignet.

Isberg.

Rechenverfahren und Rechenhilfsmittel mit Anwendung auf die analytische Chemie. Von Prof. Dr. O. LIESCHE, Seelze bei Hannover. 202 S. mit 24 Abb. Stuttgart 1932. Ferdinand Enke. Preis

geh. RM 20,—; geb. RM 22,—. Bd. 30 der Sammlung: **Die chemische Analyse**. Herausgegeben von Prof. Dr. W. BÖTTGER.

Was den Charakter des Gesamtwerkes anbelangt, so sei auf die Besprechung des 29. Bandes in dieser Zeitschrift hingewiesen. Die vorliegende Schrift hat sich die Aufgabe gestellt, dazu beizutragen, das chemische Rechnen rationell zu gestalten. Daher wird im ersten Teil die Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division nach einem von dem Ingenieur Dr. F. FERROL angegebenen Verfahren, das in der weitgehenden Anwendung von Rechenvorteilen besteht, die nur zum Teil auf der Schule gelehrt werden, behandelt. Dabei wird die Subtraktion, wie es beim sog. österreichischen Verfahren allgemein der Fall ist, auf die Addition, die Division auf die Multiplikation zurückgeführt. Auch die Erweiterung auf Potenzieren und Radizieren bietet prinzipiell keine Schwierigkeiten. Wichtig ist, daß stets die algebraische Formulierung für die Richtigkeit des angewendeten Rechenvorteils gegeben wird.

An die Grundrechnungsarten schließt sich die logarithmische Rechnung, der Gebrauch des logarithmischen Rechenstabes und der Rechenmaschine an. Dieser Abschnitt bietet nichts wesentlich Neues, es wird aber an vielen Beispielen gezeigt, wie diese Rechenmethoden gerade für chemisches Rechnen mit Vorteil zurecht gemacht werden müssen, und wie die Aufstellung gebrauchsfertiger algebraischer Gleichungen eine bedeutende Rechen- und damit Zeitersparnis bedeutet. Beim chemischen Rechnen wird die Gewichtsanalyse, die Titration, die indirekte Analyse, eine Fehlerkritik, komplizierte Gemische und die Berechnung der Gase behandelt.

Ein besonderes Kapitel ist der Nomographie, insbesondere einem Untergebiet, den Fluchtlinientafeln, gewidmet. Es handelt sich um Rechenzeichnungen, die auf graphischem Weg das Ergebnis liefern und die der Verfasser besonders da empfiehlt, wo eine und dieselbe Analyse immer wiederholt wird, so daß man für einen recht engen Bereich von Werten sehr genaue graphische Zeichnungen anfertigen kann.

Einige im ersten Kapitel über Aufgabe und Ziel des Buches gemachte Bemerkungen können indessen nach meiner Meinung nicht unwidersprochen bleiben. Das Zahlenrechnen soll rationalisiert werden. Der Verfasser wirft der Schule vor, daß sie auf diese Rationalisierung und Mechanisierung nicht genügend Gewicht lege, daß sie Algebra und Arithmetik zu früh bringe und darüber die sichere Beherrschung der Grundrechenarten vernachlässige. Daher ist das Buch als ein methodisch aufgebauter Lehrgang anzusprechen, der es auch zum Selbststudium geeignet macht. Aber wenn der Verfasser verlangt, daß es sich bei dieser Methode um das richtige „Eindenken“ und „Einfühlen“, also um ein mehr intuitives Erfassen handeln muß, daß ein Verfahren mechanisch und ohne viel Nachdenken angewendet werden soll, daß es beispielsweise wichtiger ist, ein Nomogramm richtig anzuwenden, als es wirk-

lich zu verstehen, dann muß man diese Einstellung für die Schule ablehnen. Gerade in der logischen Schulung ist eine der Hauptaufgaben des Unterrichts zu sehen. Durch mechanisches Anwenden von Verfahren und Formeln wird sie nicht gefördert.

Trotzdem ist nicht zu verkennen, daß das vorliegende Buch für den reiferen Schüler, für den in der Praxis stehenden Chemiker, der die Zusammenhänge überschaut, von unschätzbarem Vorteil sein kann, wenn er sich nur die Mühe macht, die logische Gedankenreihe bis zur Beherrschung nachzudenken und dann die geschilderten Verfahren von höherer Warte herab überschaut und benutzt.
Isberg.

Elektrolyte. Von H. FALKENHAGEN. Verlag von S. Hirzel in Leipzig. 1932. Gr. 8°. 346 Seiten und 104 Abbildungen. Preis geh. RM 23,—; geb. RM 24,80.

Das Elektrolytproblem ist heute eines der aktuellsten Probleme der chemischen Physik. Verf. hat es in der vorliegenden Monographie unternommen, eine ganz moderne und einheitliche Darstellung der Elektrolytforschung zu geben. Der Gedankengang des ausgezeichneten Werkes ist in großen Zügen folgender: Nach einführenden Bemerkungen über wichtige Definitionen und nach energetischen Betrachtungen über Salzlösungen wird zunächst die Theorie ideal verdünnter Lösungen im Sinne von PLANCK gegeben. Hierauf wird die klassische ARRHENIUSsche Theorie elektrolytischer Lösungen entwickelt. Für schwache „relativ wenig dissoziierte“ Lösungen hat sich diese Theorie bekanntlich ausgezeichnet bewährt. Für starke Elektrolyte wurden dagegen schon früh erhebliche Abweichungen von der ARRHENIUSschen Theorie empirisch festgestellt. G. N. LEWIS stellte zuerst eine empirische Theorie der Anomalien auf, unter Einführung des für die moderne chemische Physik so wichtig gewordenen Begriffes der Aktivität. Erst MILNER und besonders DEBYE und seiner Schule (deren bekannteste Vertreter HÜCKEL und FALKENHAGEN sind, wobei dieser in den letzten Jahren besonders hervorgetreten ist) gelang es später, diese Anomalien starker Elektrolyte durch die interionischen Kräfte zu deuten. Auf die Bedeutung der interionischen Kräfte hatten schon früher VAN LAAR und BJERRUM hingewiesen. Im Gebiet verdünnter Lösungen gelang der Theorie eine quantitative Beherrschung der reversiblen und der irreversiblen Erscheinungen. Hier konnten sogar Effekte theoretisch vorausgesagt werden, die später von vielen Forschern experimentell festgestellt wurden. Im Gebiete der konzentrierteren Lösungen stellen sich heute noch der Theorie erhebliche Schwierigkeiten entgegen. In einem besonderen, außerordentlich interessanten Kapitel werden die hiermit in Zusammenhang stehenden Versuche einer ausführlichen Diskussion unterzogen. Hier seien besonders die Betrachtungen des Verfassers über die Ermittlung des wahren Dissoziationsgrades in elektrolytischen Lösungen hervorgehoben. Eine strenge Behandlung der Statistik elektrolytischer

Lösungen, die im Gebiet verdünnter Lösungen zu denselben Ergebnissen führt, die DEBYE und seine Schule herausgearbeitet haben, beschließt die Monographie.

Wenn DEBYE in seinem Geleitwort ausführt: „Es ist offenbar der Zeitpunkt gekommen, die bisherige Entwicklung der Elektrolytforschung im Zusammenhang und von einem einheitlichen Gesichtspunkt aus darzustellen, so ist das in der vorliegenden Monographie geschehen, und ich begrüße es dankbar, daß ein Kenner wie FALKENHAGEN, der selbst so wertvolle Beiträge zum Ausbau der Theorie lieferte, sich dieser nicht geringen Mühe unterzogen hat“, und wenn M. WIEN schreibt: „Ich habe den Eindruck eines großen Werkes über die Elektrolytforschung, das auf ganz moderner Grundlage aufgebaut ist“, so ist damit der Wert des Buches zur Genüge gekennzeichnet. Eine besondere Hervorhebung verdient aber die bekannte klare Darstellung des Verfassers, sowie die starke Berücksichtigung der experimentellen Grundlagen mit einer Fülle Anregungen zu weiteren experimentellen Arbeiten — es sind allein etwa 30 Probleme genannt, die sofort bearbeitet werden können! Die Gründlichkeit und Vollständigkeit, die das Buch auszeichnen — das Literaturverzeichnis umfaßt mehr als 500 Autoren! — machen es unentbehrlich für jeden, der in das Gebiet der Elektrolytforschung eindringen will.

Hiedemann.

Über einige Gesetzmäßigkeiten im Schaffen hervorragender Chemiker. Von M. BLOCH. 56 Seiten. Berlin: Verlag Chemie 1931. RM 3,50.

Die vorliegende Schrift des Petersburger Chemiehistorikers beabsichtigt nicht eine tiefere Analyse des wissenschaftlichen Schaffens, sondern nur eine mehr klassifizierende als systematische Darlegung einiger Regelmäßigkeiten, sowie einen Hinweis auf die interessante Problematik dieses Gebietes. Aus dieser Einstellung heraus ist auch die Disposition zwar klar, aber nicht ohne Willkür und wirkt katalogisierend: psychologische, analytische und geschichtliche Momente. Die aus einem Kölner Vortrag entstandene Schrift hat ganz den eindringlichen, aber skizzenhaften Charakter eines Vortrags. Deshalb fehlen manche naheliegende und wesentliche Gedankengänge, die man in diesem Zusammenhang vielleicht erwarten würde. Wenn der Verfasser bei der Erörterung des Einflusses der Umgebung zwar den Einfluß der Eltern erwähnt, aber den Einfluß des kulturellen Milieus und der Familientradition höchstens andeutet, wenn nicht verschweigt, so kann man sich allerdings des Eindruckes nicht erwehren, daß dies eine Einwirkung der Petersburger Umgebung ist. Der Wert der Schrift liegt in dem ungewöhnlich reichhaltigen Tatsachenmaterial, das wohl jeden Naturwissenschaftler interessieren wird. Die vielen Literaturhinweise machen das Buch zu einer Fundgrube für jeden, der sich für die Geschichte der Naturwissenschaft interessiert. Für den Unterrichtenden kann die Schrift eine wesentliche Hilfe sein, den Unterricht durch interessante anekdotische Einzelheiten lebendiger zu gestalten. Hierzu

ist allerdings erforderlich, daß man die Schrift nicht als Quelle, sondern als Bibliographie benutzt. In diesem Falle wird man auch viele Hinweise finden, durch die man im naturwissenschaftlichen Unterricht die heute vielfach verbreitete pietätlose und geschichtsfeindliche Einstellung überwinden und zugleich den Sinn für die kulturelle Bedeutung der Naturwissenschaften auch nach der geisteswissenschaftlichen Seite hin wecken kann. Die Schrift sollte in keiner Lehrerbibliothek fehlen, sei aber auch jedem Unterrichtenden selbst zur Anschaffung empfohlen.

Hiedemann.

Das Vorkommen der chemischen Elemente auf der Erde. Von GEORG BERG. 206 Seiten, mit 4 Abbildungen im Text. Leipzig: J. A. Barth 1932. Brosch. RM 16,—; geb. RM 17,50.

Zahlreiche Arbeiten haben in den letzten Jahren die verschiedensten Gebiete der Geochemie gefördert. Dem Fachmann wird es bereits schwer, die Übersicht in dieser neuen Wissenschaft zu behalten. Infolgedessen kann es nur erwünscht sein, wenn es G. BERG auf verhältnismäßig geringem Umfang gelang, eine flüssig geschriebene Einführung in den geochemischen Forschungszweig zu geben. Das Vorkommen der Elemente in der Erdrinde, im Erdinnern, sowie der geochemische Lebenslauf der einzelnen Elemente wird übersichtlich und jedem Naturwissenschaftler leicht verständlich dargestellt. In zahlreichen, vom pädagogischen Standpunkt aus in klarer Weise zusammengestellten Tabellen bringt BERG die Materie dem Leser nahe. Dem Schulgeographen und dem Schulchemiker wird gleichermaßen durch dieses Buch ein Lehrmittel in die Hand gegeben, das oft das lästige Nachschlagen in vielen Werken ersparen wird. Vielleicht wird das Buch dann Jünger für diese etwas spröde Wissenschaft werben und den Leser veranlassen, die Originalliteratur aufzusuchen. Womit der Zweck dieser Einleitung im besten Sinne erreicht ist.

E. Herlinger.

Gesteinsbildende Mineralien. Von KARL CHUDOBA. 213 Seiten, 306 Abbildungen, 13 Tabellen. Freiburg/Breisgau: Herder & Co. Preis RM 18,—.

In buchtchnisch sorgfältiger Ausführung liegt hier — wie leider aus dem Titelblatt oder Vorwort nicht hervorgeht — eine Art Neu- und Umbearbeitung des jedem Mineralogen und Petrographen wohlbekannten „WEINSCHENK“ des gleichen Verlages vor. Der alte WEINSCHENK braucht keine Empfehlung. Er ist die beste Einführung in die Mineralogie der gesteinsbildenden Mineralien. Man kann nur jeden Naturwissenschaftler auf dieses Buch immer wieder aufmerksam machen. Die gute Ausstattung durch den Verlag ist auch jetzt noch geblieben.

Der umgearbeitete WEINSCHENK bedarf einer erneuten Einführung. Vom alten WEINSCHENK ist vor allem geblieben: fast das gesamte vorzügliche Abbildungsmaterial und das bewährte Gerippe des Werkes. Naturgemäß ist das mineralogische Tatsachenmaterial ebenfalls vorhanden.

Himmelserscheinungen im Mai und Juni 1933.

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

0h W.Z.	Sonne ☉				Merkur ☿		Venus ♀		Mars ♂		Jupiter ♃		Saturn ♄	
	AR.	Dekl.	Zeitgl. ¹	Sternzeit ²	AR.	Dekl.	AR.	Dekl.	AR.	Dekl.	AR.	Dekl.	AR.	Dekl.
1933	h m	°	m s	h m s	h m	°	h m	°	h m	°	h m	°	h m	°
April 30	2 27	+14,6	— 2 44	14 29 56	0 56	+ 2,9	2 37	+14,5	10 22	+12,5	11 1	+ 7,8	21 14	—16,8
Mai 5	2 46	16,1	3 19	14 49 39	1 23	5,8	3 1	16,5	10 26	12,0	11 1	7,8	21 15	16,8
„ 10	3 6	17,4	3 41	15 9 22	1 53	9,1	3 26	18,3	10 30	11,3	11 1	7,8	21 15	16,7
„ 15	3 25	18,7	3 48	15 29 5	2 26	12,7	3 51	19,9	10 36	10,6	11 1	7,8	21 16	16,7
„ 20	3 45	19,8	3 41	15 48 47	3 4	16,3	4 16	21,3	10 42	9,9	11 1	7,8	21 16	16,7
„ 25	4 5	+20,8	— 3 19	16 8 30	3 46	+19,8	4 43	+22,5	10 48	+ 9,1	11 2	+ 7,7	21 16	—16,7
„ 30	4 25	21,7	2 46	16 28 13	4 31	22,6	5 9	23,3	10 55	8,2	11 3	7,6	21 16	16,7
Juni 4	4 46	22,4	2 1	16 47 56	5 18	24,6	5 36	23,9	11 3	7,3	11 4	7,4	21 16	16,7
„ 9	5 7	22,9	1 8	17 7 39	6 4	25,3	6 2	24,2	11 10	6,3	11 5	7,3	21 16	16,8
„ 14	5 27	23,2	— 0 8	17 27 21	6 45	25,1	6 29	24,2	11 19	5,3	11 7	7,1	21 15	16,8
„ 19	5 48	+23,4	+ 0 56	17 47 4	7 22	+24,0	6 56	+23,9	11 27	+ 4,3	11 9	+ 6,9	21 15	—16,9
„ 24	6 9	23,4	2 1	18 6 47	7 53	22,3	7 23	23,4	11 36	3,2	11 11	6,6	21 14	16,9
„ 29	6 30	23,3	3 5	18 26 30	8 19	20,3	7 49	22,5	11 45	2,1	11 13	6,4	21 13	17,0
Juli 4	6 50	+22,9	+ 4 3	18 46 13	8 39	+18,2	8 15	+21,3	11 55	+ 1,0	11 16	+ 6,1	21 12	—17,1

¹ Zeitgleichung = mittlere Zeit - wahre Zeit.

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

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

	Sonne		Mond			Sonne		Mond			Sonne		Mond	
	Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.		Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.		Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.
1933	h m	h m	h m	h m	1933	h m	h m	h m	h m	1933	h m	h m	h m	h m
April 30	4 32	19 23	7 24	0 50	Mai 25	3 51	20 3	3 39	21 56	Juni 19	3 36	20 26	0 54	17 32
Mai 5	4 22	19 32	13 49	2 34	„ 30	3 45	20 10	8 54	0 11	„ 24	3 37	20 27	4 15	21 56
„ 10	4 13	19 40	21 24	3 47	Juni 4	3 41	20 16	15 36	1 12	„ 29	3 39	20 27	10 34	23 8
„ 15	4 5	19 48	1 6	9 23	„ 9	3 38	20 20	22 30	4 1	Juli 4	3 43	20 25	17 46	0 9
„ 20	3 57	19 56	2 9	15 58	„ 14	3 36	20 23	—	11 17					

Mondphasen	Neumond		Erstes Viertel		Vollmond		Letztes Viertel	
	M.E.Z.		M.E.Z.		M.E.Z.		M.E.Z.	
1933								
	24. Mai	11h 6,9m	2. Mai	23h 39,1m	9. Mai	23h 4,4m	16. Mai	13h 50,4m
	23. Juni	2 22,3	1. Juni	12 52,9	8. Juni	6 4,7	15. Juni	0 25,5

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

Trabant I		Trabant II		Trabant III		Trabant IV	
h m		h m		h m		h m	
2. Mai	23 10,1 A	8. Mai	21 41,2 A	11. Mai	22 15,1 A	27. Juni	0 10,7 A
18. „	21 29,0 A	16. „	0 16,0 A	18. „	23 11,1 E		
25. „	23 24,2 A	16. Juni	23 51,6 A	23. Juni	22 7,7 A		
17. Juni	23 38,6 A			30. „	23 8,7 E		

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

	Merkur ☿		Venus ♀		Mars ♂		Jupiter ♃		Saturn ♄	
	h	h	h	h	h	h	h	h	h	
1933										
April 30	—	—	—	—	D _a 20,8	U 3,0	D _a 20,6	U 3,3	A 2,2	D _m 3,1
Mai 10	—	—	—	—	D _a 21,2	U 2,4	D _a 21,0	U 2,6	A 1,6	D _m 2,7
„ 20	—	—	—	—	D _a 21,5	U 1,8	D _a 21,4	U 1,9	A 0,9	D _m 2,3
„ 30	—	—	—	—	D _a 21,9	U 1,2	D _a 21,7	U 1,3	A 0,3	D _m 2,0
Juni 9	—	—	—	—	D _a 22,2	U 0,6	D _a 21,9	U 0,6	A 23,6	D _m 1,8
„ 19	—	—	—	—	D _a 22,4	U 0,1	D _a 22,1	U 0,0	A 22,9	D _m 1,7
„ 29	—	—	—	—	D _a 22,3	U 23,5	D _a 22,1	U 23,3	D _a 22,3	D _m 1,8
Juli 9	—	—	—	—	D _a 22,2	U 23,0	D _a 21,9	U 22,7	D _a 22,1	D _m 2,0

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

10. Mai 23h M.E.Z. **Jupiter** stationär. 27. Mai 15h M.E.Z. **Saturn** stationär. 4. Juni 23h M.E.Z. **Mars** in Konjunktion mit **Jupiter**, Mars 16' südlich. 21. Juni 22h 12m M.E.Z. **Sommersanfang**. *Kohl.*

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

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagsbuchhandlung gestattet.

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