

## Die Bestimmung der Volumabhängigkeit von Gasen und Dämpfen bei Temperatur- und Druckänderung.

Von H. Petzold und R. Scharf in Berlin.

Die vorliegende Arbeit ist entstanden im Anschluß an die in dieser Zeitschrift 45, 97 (1932) erschienene Arbeit von H. PETZOLD und R. SCHARF: „Ein Apparat zur Ermittlung des Volumverhältnisses bei der Synthese des Wasserdampfes.“ Es hatte sich herausgestellt, daß dieser Apparat, der zunächst nur für einen ganz besonderen Zweck konstruiert worden war, eine weitere und zwar außerordentlich günstige Anwendungsfähigkeit bei der Ableitung der Gasgesetze hat.

Zur Untersuchung der Ausdehnung der Gase bei Temperaturerhöhung dient der Apparat ohne weiteres in der Form, wie er in dieser Zeitschrift beschrieben worden ist. Als Sperrflüssigkeit dient gut getrocknetes Quecksilber. Die Trocknung und Reinigung des Quecksilbers wird folgendermaßen vorgenommen: Durch Betupfen mit Filtrierpapier wird das dem Quecksilber oberflächlich anhaftende Wasser entfernt. Dann wird das Quecksilber unter dem Abzuge unter mehrmaligem Umrühren auf ungefähr 150° erhitzt und nach dem Abkühlen durch ein Quecksilberfilter mit Filterplatte aus gesintertem Glas (Hersteller: Schott & Gen., Jena; Fabrikbezeichnung 3 G 3; Preis 2,80 RM) mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe filtriert. Von Zeit zu Zeit wird das Filter durch Salpetersäure gereinigt, mit Wasser tüchtig durchgespült, durch Durchsaugen von etwas Alkohol und Luft oder durch Durchsaugen von Luft allein getrocknet.

Die Gase, deren Ausdehnung bei Temperaturerhöhung untersucht werden soll, werden durch ein Trocknungsrohr, gefüllt mit entwässertem Calciumchlorid, geleitet. Durch Heben des Niveaugefäßes läßt man bei geöffnetem Bürettenhahn das Quecksilber bis an die obere Öffnung der Bürette steigen, schließt den Gasschlauch bei langsam ausströmendem Gase an und saugt durch Senken des Niveaugefäßes 10 bis 12 cm<sup>3</sup> Gas ein. Die Kapillare wird dann bis an den Nullstrich mit Quecksilber gefüllt. Anfangstemperatur und Anfangsvolum werden bei Atmosphärendruck (Einstellung des Quecksilbers auf gleiche Höhe in Bürette und Gefäß!) abgelesen. Nun beginnt die Heizung des Apparates. Dazu treibt man zunächst aus Zeitersparnis durch einen etwas stärkeren Strom, als er zur Erreichung der gewünschten Temperatur notwendig ist, die Temperatur schnell auf die ungefähre Höhe und reguliert dann den Strom so ein, daß die Temperatur konstant wird. Nach Einstellung gleicher Höhe wird das neue Volum abgelesen und diese Ablesung in kleinen Zeitabständen wiederholt, um die Konstanz der Volumeinstellung zu prüfen. Bei unseren Versuchen wurde die Temperatur in Abständen von ungefähr 20° bis 30° erhöht, die höchste Temperatur lag bei 130°.

Die Brauchbarkeit der Methode zur Untersuchung der Ausdehnung der Gase wurde zunächst dadurch geprüft, daß nach der Formel:

$$v_0 = \frac{v_t}{1 + \alpha t}$$

die Reduktion des bei Zimmertemperatur abgelesenen Volums auf 0° ausgeführt wurde. Mit der Formel

$$\alpha = \frac{v_t - v_0}{v_0 \cdot t}$$

wurden dann die Werte des Ausdehnungskoeffizienten für die verschiedenen Temperaturen berechnet. Wer die Reduktion des Anfangsvolums mit Hilfe des einmal zu

benutzenden Wertes  $a$  aus methodischen Gründen verwirft, verwendet zur Berechnung der Werte des Ausdehnungskoeffizienten die Formel:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{v_1 \cdot t_2 - v_2 \cdot t_1}.$$

Die Ergebnisse der Messungen, die an Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Kohlendioxyd durchgeführt wurden, waren durchaus brauchbar. Die Konstanz des Ausdehnungskoeffizienten bei verschiedenen Temperaturen und ihre Gleichheit bei verschiedenen Gasen ergaben sich mit hinreichender Deutlichkeit. Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die experimentell ermittelten Werte:

Übersicht über die gemessenen Ausdehnungskoeffizienten.

Gasart → ↓ Temperatur	Luft	Stickstoff	Sauerstoff	Wasserstoff	Kohlendioxyd
30°	0,00360	—	—	—	0,00375
40°	0,00365	0,00358	0,00368	0,00369	0,00358
50°	0,00362	0,00360	0,00371	—	0,00360
60°	0,00367	—	—	0,00365	0,00356
70°	0,00372	—	0,00370	—	0,00376
80°	0,00372	0,00362	—	0,00370	0,00381
90°	—	—	0,00364	0,00356	0,00374
100°	—	—	—	0,00374	—
110°	—	0,00367	0,00365	—	—
120°	—	—	—	—	—
130°	—	—	0,00368	0,00376	0,00382
135°	0,00365	0,00368	—	—	—
arithmetisches Mittel:	0,00366 =	0,00363 =	0,00368 =	0,00368 =	0,00370 =
	$\frac{1}{274}$	$\frac{1}{275}$	$\frac{1}{272}$	$\frac{1}{272}$	$\frac{1}{270}$

Berücksichtigt man noch die Wärmeausdehnung der Gasbürette, so ergibt sich je nach Glassorte eine Vergrößerung des Ausdehnungskoeffizienten der Gase um  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  %.

Stellt man die Meßergebnisse graphisch dar, so ergibt sich in Bestätigung des linearen Zusammenhanges:

$$v_t = v_0(1 + at)$$

für die  $v_t$ -Kurve in Abhängigkeit von  $t$  eine Gerade. Die beigegebene Figur 1 zeigt diese Darstellung für Wasserstoff, die Mittel-

punkte der schwarzen Kreise bezeichnen die Meßergebnisse.

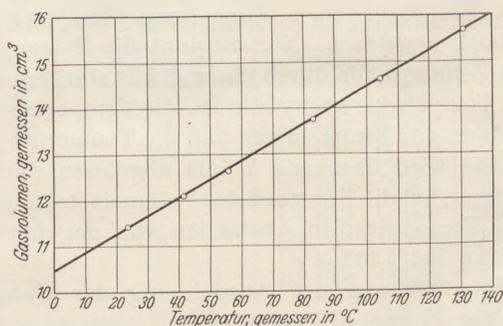


Fig. 1. Wärmeausdehnung des Wasserstoffs.

Entnimmt man aus der Darstellung des gewählten Beispiels das Volum des Wasserstoffs bei 0° C, so findet man dafür 10,48 cm<sup>3</sup>. Unter Benutzung des Wertes

$a = \frac{1}{273}$  ergibt sich rechnerisch für das reduzierte Volum des Wasserstoffs 10,49 cm<sup>3</sup>. Nicht nur die Lage der eingemessenen Punkte, die mit hinreichender Genauigkeit eine Gerade darstellen, sondern auch die

Lage des Schnittpunktes dieser Geraden mit der Volum-Achse befriedigen durchaus.

Soll aus den Messungsergebnissen das Volumausdehnungsgesetz der Gase abgeleitet werden, so kann dazu folgende Ableitung dienen (Fig. 2).  $v_m$  und  $v_n$  sind die bei den Temperaturen  $t_m$  und  $t_n$  gemessenen Gasvolumen. Diese Volumene liegen, wie die Messungen (vgl. Fig. 1) ergeben, auf Geraden.  $v_1$  bedeutet das Gasvolumen bei

1° C. Die Gerade schneidet die Volum-Achse im Abstand  $v_0$  vom Nullpunkt. Dann bestehen die Beziehungen:

$$\frac{v_m - v_0}{t_m} = \frac{v_n - v_0}{t_n} = \frac{v_1 - v_0}{1};$$

daraus folgt:

$$\frac{v_m - v_0}{t_m} = \frac{v_1 - v_0}{1}$$

$\frac{v_1 - v_0}{1}$  bedeutet den Betrag, um den sich  $v_0$ , das Volum bei 0°, bei der Erhöhung der Temperatur um 1° vergrößert hat;  $\frac{v_1 - v_0}{v_0}$  gibt dann den Bruchteil des Volums bei 0° an, um den sich dieses bei der Erwärmung um 1° ausgedehnt hat. Diese Größe ist also weiter nichts als der Volumausdehnungskoeffizient der Gase  $\alpha$ . Mit Einführung von  $\alpha$  folgt:

$$\frac{v_m - v_0}{t_m} = \frac{v_1 - v_0}{v_0} \cdot v_0,$$

$$\frac{v_m - v_0}{t_m} = \alpha \cdot v_0,$$

$$v_m = v_0 + v_0 \alpha t_m,$$

$$v_m = v_0 (1 + \alpha t_m).$$

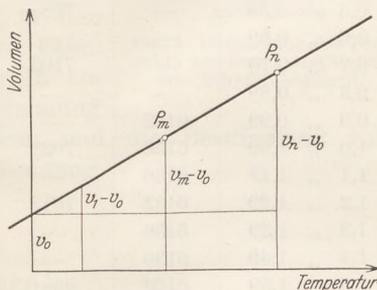


Fig. 2. Darstellung der Abhängigkeit der Gasvolumen von der Temperatur.

Die weitere Entwicklung der Zustandsgleichung nach MARIOTTE-GAY-LUSSAC ist ja allgemein bekannt.

Die Ableitung des Boyle-Mariotteschen Gesetzes ( $p \cdot v = konst.$ ) läßt sich gleichfalls mit dem erwähnten Apparat leicht und genau ausführen. Der Vorteil des Apparates gegenüber der gewöhnlichen 100 cm<sup>3</sup>-Gasbürette mit Niveauröhr<sup>1</sup> besteht in der bedeutend geringeren Menge Quecksilber (etwa 500 g), die zu seiner Füllung nötig ist. Bei dieser Messung kann der Heizmantel des Apparates zwecks bequemerer Ablesung entfernt werden; es stört aber auch nicht sehr, wenn er in seiner ursprünglichen Lage bleibt. Jedoch muß unbedingt der Schlauch, welcher das Niveaugefäß mit der Bürette verbindet, durch einen längeren ersetzt werden. Will man einen Überdruck von etwa 1 Atmosphäre anwenden, so muß der Schlauch etwas länger als 1 m sein; als lichte Weite genügt 3 bis 4 mm bei einer Wandstärke von 1 bis 1,5 mm; auf gute Beschaffenheit des Schlauches ist zu achten. Um möglichste Gasdichtheit bei Unterdruck zu erreichen und einem Abreißen des mit Quecksilber gefüllten Schlauches vorzubeugen, legt man den Schlauch mit Hilfe einiger Windungen weichen Kupferdrahtes um die Glasrohrenden fest.

Der Apparat wird zunächst bis zum Hahn vollkommen mit Quecksilber gefüllt. Nachdem der Hahn geschlossen worden ist, senkt man das Niveaugefäß möglichst tief, wobei meistens noch einige Luftblasen aus dem Schlauch in dem Quecksilber emporsteigen; nach einiger Zeit muß das Aufsteigen von Gasblasen aufhören, wenn nicht an der Ansatzstelle des Schlauches oder im Schlauch selbst Undichtigkeiten vorhanden sind. Die nach oben gestiegene Luft wird durch den Hahn entfernt und das Quecksilber bis an das Ende des Ansatzrohres getrieben. Jetzt kann das zu untersuchende, getrocknete Gas (etwa 10 cm<sup>3</sup>) eingesaugt, die Kapillare mit Quecksilber gefüllt werden, und die Messung kann beginnen. Durch Heben bzw. Senken des Niveaugefäßes lassen sich verschiedene Drucke einstellen, die mit Hilfe eines Höhenmaßstabes<sup>2</sup> aus der Höhendifferenz der beiden Quecksilberspiegel bestimmt werden.

Es wurden Drucke von 0,5 bis 2,2 Atm. abs. untersucht. Dabei stellte sich heraus, daß für Luft das Produkt  $p \cdot v$  innerhalb der Ablesefehler konstant blieb; bei den leicht kondensierbaren Gasen erhielten wir die zu erwartenden Abweichungen. In der Tabelle sind die Meßwerte von  $p \cdot v$  zusammengestellt. Der Übersichtlichkeit halber

<sup>1</sup> W. A. ROTH: Physikalisch-chemische Übungen. Leipzig 1928. 4. Aufl. S. 18.

<sup>2</sup> HAHN-KOCH: Physikalische Schülerübungen. Leipzig 1927. 2. Aufl. S. 13.

wurden die Drucke in Atmosphären umgerechnet, dagegen sind die Zahlen für  $p \cdot v$  zustande gekommen durch Multiplikation der Anzahl mm Quecksilber, die den absoluten Druck des Gases angaben, mit der Anzahl  $\text{cm}^3$ , welche das Gas bei dem betreffenden Druck einnahm. Je nach der abgesperrten Gasmenge fielen diese Zahlen natürlich

Übersicht über die Produkte aus Druck und  
Volum der Gase.

Gasart Druck in Atm.	Luft	Ammoniak	Schwefel- dioxyd	Äthyl- chlorid
0,5 bis 0,59	—	7084	—	8540
0,6 „ 0,69	—	—	6566	8529
0,7 „ 0,79	—	7103	6561	—
0,8 „ 0,89	—	—	6547	8505
0,9 „ 0,99	6132	—	—	8450
1,0 „ 1,09	6156	7028	6562	8438
1,1 „ 1,19	6156	—	6532	8360
1,2 „ 1,29	6132	7013	6444	8320
1,3 „ 1,39	6136	—	—	8232
1,4 „ 1,49	6136	—	6434	—
1,5 „ 1,59	6108	6981	6397	—
1,6 „ 1,69	6136	—	—	—
1,7 „ 1,79	—	6950	6392	—
1,8 „ 1,89	6168	6927	—	—
1,9 „ 1,99	6144	—	—	—
2,0 „ 2,09	—	—	—	—
2,1 „ 2,19	—	6854	—	—

verschieden hoch aus; um die Zahlen für die verschiedenen Gase nun untereinander vergleichen zu können, wurden die Zahlen je einer Gasart durch einen konstanten Faktor derart dividiert, daß für den kleinsten gemessenen (bzw. extrapolierten) Druck von etwa 0,5 Atmosphären das Produkt  $p \cdot v$  für jede Gasart gleich 1 wurde. Die so erhaltenen Werte für  $p \cdot v$  wurden in Abhängigkeit von  $p$  graphisch dargestellt (s. Fig. 3).

Um noch größere Abweichungen vom Gesetz  $p \cdot v = \text{konst.}$  beobachten zu können, wurde ein noch leichter kondensierbares Gas in die Bürette gefüllt, nämlich Äthylechlorid. Dieses hat bei Atmosphärendruck den Siedepunkt  $13^\circ \text{C}$ . Es wird in

der Medizin zur Kälteanästhesie gebraucht und kommt als Flüssigkeit in gewöhnlichen Ampullen oder in Spritzampullen in den Handel; die Anwendung der letzteren ist bequemer. Die Einfüllung in den Apparat geschieht derart, daß man das Quecksilber ein wenig über den Hahn steigen läßt, eine etwa 2 cm hohe Schicht Äthylechlorid als

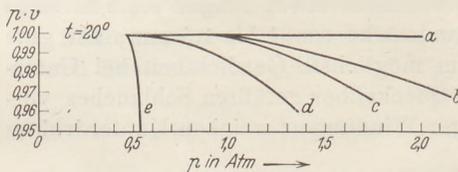


Fig. 3. Darstellung der Produkte aus Druck und Volum der Gase. a Luft; b Ammoniak; c Schwefel-dioxyd; d Äthylechlorid; e Äthyläther.

Flüssigkeit darüber schichtet (die bei Zimmer-temperatur schwach siedet), und dann schließlich einen geringen Teil der wasserklaren Flüssigkeit durch Senken des Niveaugefäßes in die Bürette hinunterzieht. Nach dem Schließen des Hahns wird das Niveaugefäß weiter gesenkt und beobachtet, welches Volum der dabei entstehende Dampf einnimmt. Reicht der Raum der Bürette nicht aus, um den

Dampf bis zur völligen Verdampfung des Äthylechlorids aufzunehmen, so muß etwas Äthylechlorid durch den Hahn wieder herausgedrückt werden; bildet sich zu wenig Dampf, so kann noch etwas Äthylechlorid nachgesaugt werden. Da der Nullpunkt der Teilung an der Ansatzstelle der Kapillare an der Bürette liegt, muß diese noch mit Quecksilber gefüllt werden. Beim Verdampfen des Äthylechlorids ist zu beobachten, daß sich das Endvolum nicht sofort einstellt, da durch den Verdampfungsvorgang dem Büretteninhalt Wärme entzogen wird, die erst wieder von außen nachgeliefert werden muß. Ähnlich, jedoch in umgekehrter Richtung, verhält sich der kondensierende Dampf. Die Abhängigkeit des Produktes  $p \cdot v$  von  $p$  ist gleichfalls aus der Tabelle und der graphischen Darstellung (Fig. 3) zu entnehmen.

Es sei noch erwähnt, daß auch Äthyläther in ähnlicher Weise untersucht wurde; die Verhältnisse liegen hier insofern etwas anders wie bei dem Äthylechlorid, als jener bei gewöhnlicher Temperatur und Atmosphärendruck noch nicht gasförmig ist. Die Erscheinungen der Verdampfung bei Druckverminderung und der Kondensation

bei Druckerhöhung sowie das Sinken des  $p \cdot v$ -Wertes in der Nähe des Kondensationspunktes lassen sich jedoch gleichfalls sehr gut zeigen (siehe Fig. 4).

Durch diese Untersuchungen kann das BOYLE-MARIOTTEsche Gesetz abgeleitet werden; es kann aber auch, worauf es uns in dieser Arbeit hauptsächlich ankommt, gezeigt werden, daß die Anwendbarkeit dieses Gesetzes nur eine beschränkte ist.

Die von VAN DER WAALS aufgestellte Zustandsgleichung kann bei dieser Gelegenheit erwähnt werden. Wichtiger erscheint es, daß die Gründe für diese Abweichungen diskutiert werden, und auf diese Weise ein kleiner Einblick in den Aufbau der Gase und Flüssigkeiten gewonnen werden kann.

Der letzte Teil der Arbeit greift schon hinüber in ein Gebiet, das wir gleichfalls noch bearbeiten wollen: Bestimmung von Dampf-Tensionen bei verschiedenen Temperaturen und Dampfdichten zum Zwecke der Molekulargewichtsbestimmung.

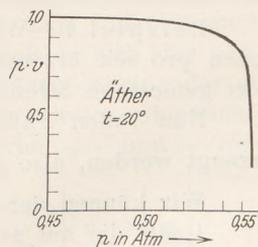


Fig. 4. Darstellung des Produkts aus Druck und Volum von Äthylätherdampf.

die Bestimmung von

## Ionon oder Iononpaare?

Von Professor Dr. W. Braunbek in Stuttgart.

Wenn die Ionisation<sup>1</sup> eines Gasvolumens durch den Sättigungsstrom  $i$  gemessen wird, bedeutet dann in der Beziehung

$$i = N \cdot e$$

$N$  die in dem Volumen pro Sekunde erzeugten Ionen oder die pro Sekunde erzeugten Iononpaare?

Diese Frage scheint noch nicht überall mit voller Klarheit beantwortet zu werden. Denn man findet in der einschlägigen Literatur neben der Bezeichnung Iononpaare auch oft die Bezeichnung Ionen in obiger Beziehung zum Sättigungsstrom. Besonders in Arbeiten, die die natürliche Ionisation der Atmosphäre und die Ultrastrahlung zum Gegenstand haben, findet man noch immer schwankende Bezeichnungsweise.

Es ist deswegen vielleicht nicht ganz überflüssig, die Frage einmal von allen möglichen Seiten zu betrachten und restlos klarzustellen. Wir wollen dabei im folgenden unter  $N$  immer die Gesamtzahl der pro Sekunde erzeugten Ionen verstehen, so daß also bei gleichstarker Erzeugung von Ionen beiderlei Vorzeichens die Anzahl der Iononpaare gleich  $\frac{N}{2}$  wäre. Dann können wir unsere Frage so formulieren:

Ist der Sättigungsstrom

$$i = Ne, \tag{1}$$

oder ist er:

$$i = \frac{1}{2} Ne? \tag{2}$$

Gleichung (1) würde bedeuten, daß die Anzahl der Ionen, Gleichung (2), daß die Anzahl der Iononpaare für den Sättigungsstrom maßgebend ist.

Wir denken uns nun die Ionen immer in einem Plattenkondensator vom Plattenabstand  $d$  wandern, weil wir da alle Verhältnisse übersichtlich berechnen können. Andere Elektrodenanordnungen bieten prinzipiell nichts Neues. Zuerst betrachten wir Ionisationsvorgänge, bei denen nur Ionen eines Vorzeichens entstehen sollen.

<sup>1</sup> Der Einfachheit halber sei dabei immer an einfach geladene Ionen der Ladung  $e$  (oder Elektronen) gedacht. Ein  $n$ -fach geladenes Ion müßte in dieser Betrachtungsweise immer als  $n$  einfach geladene Ionen angesehen werden. Unter dem Sammelbegriff „Ionen“ sollen hier auch freie Elektronen verstanden werden.

Beispiel A: An der — Platte werden (etwa durch lichtelektrischen Effekt)  $N$  negative Ionen (Elektronen) pro sek befreit. Alle wandern natürlich zur + Platte, und der Sättigungsstrom ist ganz eindeutig  $i = Ne$ .

Beispiel B: Würden im Innern des Kondensators irgendwo nur  $N$  negative Ionen pro sek erzeugt, so würden auch alle Ionen zur + Platte wandern, und der dort gemessene Strom wäre ebenfalls  $i = Ne$ .

Nun sollen Fälle betrachtet werden, bei denen gleichviel + - und — Ionen erzeugt werden, also je  $\frac{N}{2}$ .

Wir können den Strom  $i$  im Kondensator nach 3 Methoden errechnen:

1. als die auf eine Elektrode pro Sekunde transportierte Ladung;
2. als die durch irgendeinen Querschnitt pro Sekunde hindurchtretende Ladung;
3. aus der zeitlichen Änderung der auf einer Kondensatorplatte induzierten Ladung, wenn sich eine Ladung (Ionenwolke) im Innern des Kondensators bewegt. Denn wir müssen natürlich jedes bewegte Ion schon als Strom auffassen, auch ehe es eine der Elektroden erreicht.

Alle diese Methoden müssen zum selben Ergebnis führen. Wir wollen sie der Reihe nach anwenden auf

Beispiel C: Es sollen innerhalb einer dünnen, zu den Platten parallelen Schicht,  $\frac{N}{2}$  + Ionen und  $\frac{N}{2}$  — Ionen pro Sekunde gebildet werden (etwa durch ein schmales Röntgenstrahlbündel). Betrachtungsweise 1: Auf eine, z. B. die positive, Platte gelangen pro Sekunde alle  $\frac{N}{2}$  — Ionen. Der Strom wäre also  $i = \frac{N}{2} \cdot e$ . Betrachtungsweise 2: Durch einen beliebigen, zu den Platten parallelen Querschnitt treten pro Sekunde entweder die  $\frac{N}{2}$  + Ionen, oder die  $\frac{N}{2}$  — Ionen, je nachdem der gedachte Querschnitt auf der einen oder anderen Seite der ionisierten Schicht liegt. Durch jeden Querschnitt treten also  $\frac{N}{2}$  Ionen/sek. Der Strom ist also auch nach dieser Betrachtung  $i = \frac{N}{2} e$ . Betrachtungsweise 3: Wir denken uns jetzt zunächst die  $\frac{N}{2}$  + Ionen allein, die nach Beispiel B einen Strom  $i = \frac{N}{2} e$  zur Folge hätten. Diesen Strom werden sie offenbar durch Änderung der induzierten Ladungen auf den Kondensatorplatten schon im äußeren Kreis erzeugen, ehe sie auf die — Platte auftreten, allein durch ihre Bewegung im Kondensator. Einen ebenso großen Strom  $i = \frac{N}{2} e$  werden nun aber auch die  $\frac{N}{2}$  — Ionen zur Folge haben. Diese beiden Ströme werden sich superponieren zu  $i = Ne$ . Hier steckt bereits ein Widerspruch. Vor seiner Aufklärung soll aber noch ein weiterer Fall besprochen werden:

Beispiel D: Es werden an der + Platte (etwa durch schwaches Glühen)  $\frac{N}{2}$  + Ionen/sek befreit, an der — Platte (etwa durch lichtelektrischen Effekt)  $\frac{N}{2}$  — Ionen/sek. Nach Beispiel A bilden die  $\frac{N}{2}$  + Ionen einen Strom  $i = \frac{N}{2} e$ , die  $\frac{N}{2}$  — Ionen einen Strom  $i = \frac{N}{2} e$ . Beide Ströme superponieren sich zum Strom  $i = Ne$ .

Um die Verwirrung nicht noch größer zu machen, soll gleich hier bemerkt werden, was von dem Bisherigen richtig ist und was falsch.

Das Ergebnis von Beispiel A ist richtig. Das Ergebnis von B ist vorsichtig aufzufassen. Es würde wohl an der + Platte der Strom  $i = Ne$  auftreten, an der — Platte aber der Strom Null, da dorthin gar keine Ionen kommen. Die Annahme, daß im Innern des Kondensators nur Ionen eines Vorzeichens entstehen sollen, bedeutet eben eine Stromverzweigung (die + Ladung müßte erst z. B. durch einen

+ ionisierten Luftstrahl dorthin gebracht werden) und macht damit die Ausrechnung eines durch den Kondensator fließenden Stromes illusorisch.

Die Ergebnisse der Betrachtungsweisen 1 und 2 beim Beispiel C sind richtig, die Betrachtungsweise 3 in dieser Form ein Trugschluß, der noch aufzuklären ist. Das Ergebnis von D ist zwar richtig, es ist aber zu beachten, daß es sich hier nicht um eine Ionisation handelt, bei der beide Ionenarten zwangsläufig miteinander entstehen, wie bei C, sondern um die willkürliche Überlagerung zweier Oberflächenionisationen der Art A. Daß hier nach der Annahme gleichviel +- und - Ionen entstehen, ist willkürlich, und es ist gerade wesentlich, daß sie an verschiedenen Orten und unabhängig voneinander entstehen.

Der wichtigste Punkt wäre nun noch die Aufklärung des Trugschlusses, der in C zum Strom  $Ne$  geführt hat, d. h. die korrekte Anwendung der Betrachtungsweise 3 auf den Fall C.

Wir nehmen im Plattenkondensator (siehe die Figur) die positive  $x$ -Richtung von der + Platte ( $x=0$ ) zur - Platte ( $x=d$ ). Die Plattengröße sei groß gegen  $d$ , so daß wir ein eindimensionales Problem haben. Die Ladungen auf den Platten rechnen wir pro  $\text{cm}^2$ . Wollen wir die Wirkung einer bewegten Ladung in diesem Kondensator untersuchen, so müssen wir auch diese Ladung in einer plattenparallelen Schicht verteilt annehmen, um unser Problem eindimensional zu erhalten<sup>1</sup>.

Die Ladung, die wir uns z. B. als sehr dünne Schicht positiver Ionen denken, habe die Größe  $\sigma$  pro  $\text{cm}^2$  und liege in der Entfernung  $x_0$  von der + Platte. Die Ladungsdichten auf den Kondensatorplatten seien  $+\sigma_1$  und  $-\sigma_2$ . Es ist dann, weil alle Kraftlinien, die von  $\sigma_1$  und  $\sigma$  ausgehen, auf  $\sigma_2$  endigen müssen:

$$\sigma_2 = \sigma_1 + \sigma. \quad (3)$$

Ferner die Feldstärke für  $0 < x < x_0$ :

$$\mathfrak{E}_1 = 4\pi\sigma_1 \quad (4)$$

und die Feldstärke für  $x_0 < x < d$ :

$$\mathfrak{E}_2 = 4\pi\sigma_2. \quad (5)$$

Endlich die Potentialdifferenz zwischen den Kondensatorplatten:

$$V = x_0\mathfrak{E}_1 + (d - x_0)\mathfrak{E}_2 \quad (6)$$

$$= 4\pi x_0\sigma_1 + 4\pi(d - x_0)(\sigma_1 + \sigma)$$

$$\text{oder:} \quad V = 4\pi d\sigma_1 + 4\pi(d - x_0)\sigma. \quad (6a)$$

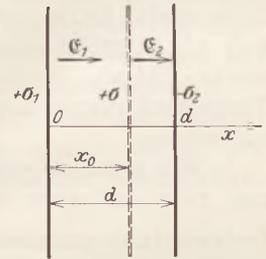
Bewegt sich bei konstantem  $\sigma$  und bei konstantem  $V$  (der Kondensator liege beispielsweise an einer Batterie mit der EMK  $V$ ) die Ladung  $\sigma$  mit einer Geschwindigkeit  $v = \frac{dx_0}{dt}$  von links nach rechts, so erhalten wir hierfür durch Differentiation von (6a):

$$0 = 4\pi d \cdot \frac{d\sigma_1}{dt} - 4\pi \frac{dx_0}{dt} \cdot \sigma$$

$$\text{oder:} \quad \frac{d\sigma_1}{dt} = \frac{v \cdot \sigma}{d}. \quad (7)$$

Da nach (3)  $\frac{d\sigma_2}{dt} = \frac{d\sigma_1}{dt}$  ist, steigt also der Absolutwert sowohl der positiven als der negativen Plattenladung mit der durch (7) gegebenen Geschwindigkeit, wenn die Ladung  $\sigma$  sich mit der Geschwindigkeit  $v$  im Kondensator von links nach rechts bewegt. Dieses  $\frac{d\sigma_1}{dt}$  entspricht aber, multipliziert mit der Fläche  $F$  des Kondensators, einem Strom  $i = F \frac{d\sigma_1}{dt}$ , der im Außenkreis des Kondensators von der - Platte zur

<sup>1</sup> Eine punktförmige Ladung müßte prinzipiell dasselbe geben, nur wäre die Rechnung entsprechend komplizierter.



Bewegte Ladungsschicht im Plattenkondensator.

+ Platte, also im Sinne der äußeren EMK fließt. Wir erhalten also für den Strom, den die mit der Geschwindigkeit  $v$  bewegte Ladung  $F\sigma$  im Außenkreis verursacht:

$$i = \frac{vF\sigma}{d}. \quad (8)$$

Diese Formel rechtfertigt einerseits unsere Anschauungsweise 3, indem sie zeigt, daß tatsächlich bewegte Ionen im Außenkreis des Kondensators einen Strom hervorrufen, auch ehe sie auf die Platten treffen. Sie präzisiert aber auch diese Vorstellung, indem sie zeigt, daß eine bewegte Ladung an sich noch keinem Strom äquivalent ist, sondern daß eine Längengröße  $d$  des Kondensators noch eine wesentliche Rolle spielt. Es ist eben schon rein dimensionsmäßig das Produkt Ladung · Geschwindigkeit nicht gleich einer Stromstärke, sondern gleich einem Stromelement (Stromstärke · Länge). Damit ist die wichtigste Denkungenaugigkeit, die zu unserem früheren Trugschluß führen konnte, beseitigt, und wir können nun vollends exakt den Fall C ausrechnen.

Wir nehmen jetzt an, daß in der vorhin betrachteten Schicht mit der Abszisse  $x_0$  und zwar auf einer abgegrenzt gedachten Fläche  $F$  derselben durch einen äußeren Ionisator (z. B. schmales Röntgenstrahlbündel) stationär  $\frac{N}{2} +$  Ionen/sek und  $\frac{N}{2} -$  Ionen/sek geliefert werden. Die + Ionen wandern unter dem Einfluß des homogenen Kondensatorfeldes (dessen Verzerrung vernachlässigt werden soll) mit einer Geschwindigkeit  $v_+$  nach rechts, bis sie auf die - Platte treffen, die - Ionen mit einer anderen Geschwindigkeit  $v_-$  nach links bis zur + Platte. Im stationären Zustand sind dann offenbar im Kondensator immer

$$\frac{N d - x_0}{2 v_+} + \text{Ionen}$$

und

$$\frac{N x_0}{2 v_-} - \text{Ionen}$$

gleichzeitig auf der Wanderschaft. Da aber nach (8) der durch sie bedingte Strom nicht von ihrer augenblicklichen Lage, sondern nur von ihrer Geschwindigkeit — die unter unseren vereinfachenden Verhältnissen überall dieselbe ist — und der gesamten bewegten Ladung abhängt, so erhalten wir sofort den Stromanteil, der im Außenkreis von den + Ionen allein verursacht wird, nach (8):

$$i_1 = \frac{v_+ \cdot \frac{N d - x_0}{2 v_+} e}{d} = \frac{N}{2} e \cdot \frac{d - x_0}{d}$$

und für den entsprechenden Stromanteil der - Ionen:

$$i_2 = \frac{v_- \cdot \frac{N x_0}{2 v_-} e}{d} = \frac{N}{2} e \cdot \frac{x_0}{d}.$$

Die Überlagerung beider liefert den Gesamtstrom:

$$i = i_1 + i_2 = \frac{N}{2} e$$

in Übereinstimmung mit den Ergebnissen, die nach den Betrachtungsweisen 1 und 2 im Falle C abgeleitet werden.

Im Falle D dagegen, den wir jetzt leicht auch mit der Betrachtungsweise 3 behandeln können, wäre die im stationären Fall gleichzeitig wandernde Ionenzahl:

$$\frac{N}{2} \cdot \frac{d}{v_+} + \text{Ionen}$$

und

$$\frac{N}{2} \cdot \frac{d}{v_-} - \text{Ionen},$$

und damit

$$i_1 = i_2 = \frac{N}{2} e$$

$$i = i_1 + i_2 = Ne.$$

Der Unterschied zwischen Fall C und D zeigt sich also hier sehr anschaulich darin begründet, daß im Fall C jedes Ion nur einen Teil des Kondensators durchläuft — immer erst zwei zusammen durchlaufen den ganzen Weg  $d$  — und nur nach Maßgabe dieses Teiles zum äußeren Strom beiträgt, während im Fall D durch die besondere Anordnung der getrennten Ionenerzeugung jedes Ion den ganzen Kondensator durchläuft.

Der Fall der homogenen Volumionisation endlich, der praktisch die größte Rolle spielt, wird aus dem Fall C einfach durch Integration über alle Schichten  $x_0$  von 0 bis  $d$  erhalten. Er liefert natürlich nichts Neues und kann im übrigen für unseren einfachen Plattenkondensator leicht berechnet werden. Da aber die Betrachtung einer Einzelschicht — Ionisation das Wesentliche in viel durchsichtigerer Form zeigt, soll auf eine Durchrechnung der homogenen Volumionisation hier verzichtet werden.

Wir können unsere Ergebnisse jetzt dahin zusammenfassen: Bei der Volumionisation, wo an jedem Raumpunkt gleichviel  $+$ Ionen und  $-$ Ionen pro Sekunde entstehen, ist der Sättigungsstrom gleich  $e$  mal der Zahl der Ionenpaare, also  $i = \frac{N}{2} e$ , wenn  $N$  die Gesamtzahl der Ionen bedeutet.

Bei der Oberflächenionisation, wo nur Ionen eines Vorzeichens aus dem Metall austreten, ist der Sättigungsstrom gleich  $e$  mal der Anzahl dieser Einzelionen. Also  $i = N \cdot e$ . Es ist aber zu bedenken, daß tatsächlich dabei immer auch die andersnamigen Ionen entstehen, die eben im Metall zurückbleiben, so daß die „Zahl der Ionen“ bei der Entstehung von Ionen nur eines Vorzeichens eigentlich besser auch als „Zahl der Ionenpaare“ bezeichnet würde. Zählt man in diesem Sinn bei der unipolaren Ionisation die im Metall zurückbleibenden Ionen mit, so findet man allgemein gültig:

Immer sind es die pro Sekunde entstehenden Ionenpaare, die durch Multiplikation mit  $e$  den Sättigungsstrom ergeben.

*Physikalisches Institut der Techn. Hochschule Stuttgart.*

## Kleine Mitteilungen.

### Ein Spektrometer mit Meßschraube.

Von P. Nickel in Berlin.

Die Freude an spektroskopischen Messungen und die Unmöglichkeit, eines der Instrumente ersten Ranges, wie sie etwa im Katalog Meß 260/VI von Carl Zeiß in Jena aufgeführt sind, anschaffen zu können, veranlaßten den Verfasser, mit Hilfe der Werkzeuge, wie sie in einer Schulwerkstatt zur Verfügung stehen, ein Spektrometer zu bauen, das mittels einer Meßschraube die Bestimmung von Wellenlängen des Lichtes bis auf einige  $m\mu$  Genauigkeit gestattet. Der Apparat lehnt sich in vielen Punkten an das in dieser Zeitschrift 42, 259 (1929) beschriebene Spektrometer an. Verwendet wurden wieder Hartholzklötze und -leisten, wie sie leicht zu erhalten sind. Ein Hartholzklötz 48  $\times$  48 mm von 15 cm Höhe, der auf ein kräftiges Grundbrett geschraubt ist, trägt eine Leiste  $L_1$  18  $\times$  48 mm von 28 cm Länge, die fest mit ihm verschraubt oder verleimt ist. Auf dieser ersten Leiste dreht sich eine zweite  $L_2$  von gleicher Länge, die mit Hilfe von zwei fest aufgeschraubten Buchenklötzen 48  $\times$  20  $\times$  90 mm, welche auf der Drehbank eine Bohrung von 27 mm Durchmesser erhielten, ein Fernrohr  $F$  trägt. Die Drehung der Leiste  $L_2$  erfolgt um eine Achse  $A$  aus 10 bis 12 mm starkem Rundmessing, die fest in ein Tischchen  $T$  16  $\times$  8  $\times$  2,4 cm geschraubt ist, die mit entsprechenden Bohrungen versehenen Leisten  $L_1$  und  $L_2$  durchsetzt und noch etwa 6 cm tief in den ausgebohrten Ständer  $St$  hineinragt, wo sie durch eine Klemmschraube festgehalten werden kann (Fig. 1). Die Bohrungen

müssen am besten mit Spiralbohrern auf der Drehbank oder einer guten Bohrmaschine genau senkrecht zur durchbohrten Fläche hergestellt werden; die Bohrung von  $L_2$  wird vorteilhaft mit Messingrohr ausgebucht. Die Leiste  $L_1$  oder auch der Tisch trägt am Ende noch einen Halter  $H$ , in den das Spaltrohr einzuschieben ist. An die Fernrohrleiste ist nun unten ein Winkel aus 2 mm starkem Messing geschraubt, dessen Fläche genau auf die Achse  $A$  gerichtet sein muß, und gegen den von der einen

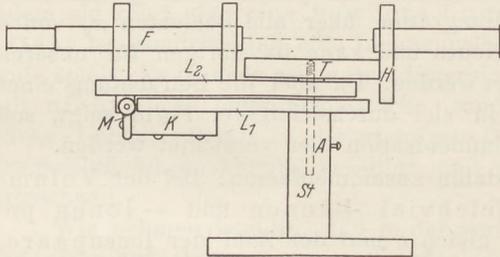


Fig. 1. Ansicht des Spektrometers.

Hülse ersetzt, in der durch eine Schraubfeder ein 3,5 mm dicker Stift in Richtung auf die Meßschraube gedrückt wird (Fig. 2). Die Mühe der Herstellung der Hülse läßt sich ersparen, wenn man eine längere, kräftige Blattfeder am Gestell befestigt, die mit einem am Ende angeschraubten Stift durch die Öffnung der Gegenschraube hindurch auf den Ansatz der Fernrohrleiste wirkt. Die Mikrometereinrichtung  $M$  wird mit Hilfe eines Klotzes  $K$  ( $2,7 \times 5 \times 9$  cm) unten gegen die Leiste  $L_1$  geschraubt, so daß man einen Meßbereich von etwa 3 bis 25 mm ausnutzen kann. An der Trommel sind  $\frac{1}{100}$  mm ablesbar. Es war beabsichtigt, die Mikrometervorrichtung so an dem Klotz zu befestigen, daß der Abstand der Spitze der Meßschraube von der Mittellinie der Achse in der Nullstellung genau 200 mm beträgt; die Zahl der Umdrehungen der Schraube, dividiert durch 200, hätte dann den Tangens des Drehwinkels des Fernrohrs ergeben; bei dem angefertigten Apparat ist dieser Abstand aber nur 194 mm groß, was weniger bequem ist.

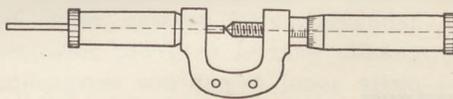


Fig. 2. Meßschraube.

Die Herstellung der Fernrohre ist schon früher in dieser Zeitschrift (42, 259; 1929) beschrieben worden. Bei Verwendung der bekannten Messingrohre von 0,45 mm Wandstärke bereitet sie keine Schwierigkeiten. Für das Beobachtungsrohr fand ein achromatisches Fernrohrobjektiv von 25 mm Durchmesser und 25 cm Brennweite, für das Spaltrohr ein solches von 25 mm Durchmesser und etwa 15 cm Brennweite Verwendung. Achromatische Objektive erhält man bei allen großen optischen Firmen; ohne Fassung kosten verkittete Achromate von 25 mm Durchmesser etwa 10 bis 15 RM, gelegentlich bekommt man Linsen mit kleinen, unwesentlichen Fehlern billiger. Es empfiehlt sich, diese Linsen für den vorliegenden Zweck in kurzen Stützen (5 cm) aus Messingrohr mit 26 mm äußerem Durchmesser und 0,45 mm Wandstärke mit Hilfe von Ringen aus Rohr von 25 mm Durchmesser zu fassen; sie lassen sich dann in das Hauptrohr einschieben und gegen andere, z. B. solche mit Quarzlinsen, austauschen.

Um Beobachtungen im Ultraviolett machen zu können, bezog der Verfasser 2 Linsen aus natürlichem Quarz mit 25 mm Durchmesser und 20 bzw. 15 cm Brennweite von Bernhard Halle, Berlin-Steglitz, Hubertusstr. 11 (zu 18 RM); sie sind nicht achromatisch, ergeben aber recht gute Abbildungen; es ist nicht einmal nötig mit Rücksicht auf die Doppelbrechung des Quarzes, für Fernrohr und Kollimator verschieden drehenden Quarz zu verwenden. Für Kondensoren reichen übrigens billigere Quarzlinsen aus, die aus nicht so gutem, mit Zwillingsbildungen durchsetzten Kristallen hergestellt sind (bei Halle 13 RM für 25 mm Durchmesser) oder solche aus klarem Quarzglas, das aber noch nicht völlig homogen erhalten wird; eine plan-

gegen die Seite die Spitze der Meßschraube, von der anderen federnd ein 3,5 mm dicker Stift stößt.

Die Meßeinrichtung ist hergestellt aus einem der bekannten käuflichen Mikrometer mit 25 mm Meßlänge; der Bügel wurde mit 2 Bohrungen versehen, um ihn am Gestell anschrauben zu können; die Meßschraube selbst erhielt auf der Drehbank eine saubere Spitze; die Gegenschraube wurde entfernt und durch eine

früher in dieser Zeitschrift (42, 259; 1929)

konvexe Linse mit 3 cm Durchmesser und 12 cm Brennweite kostet bei Heraeus in Hanau 10,20 RM; sie dient, in eine einfache Fassung gebracht, zur Konzentration des Lichtes einer kleinen Bogenlampe oder der Quecksilberpunktlampe von Heraeus (80 RM) auf den Spalt. Der schon früher verwendete Spalt aus 2 Messingblechschiebern, die sich in einer einfachen Blechführung verstellen lassen, hat sich weiter gut bewährt; wenn man die Ränder der Backen auf einem Stein abzieht, sind sehr feine und gleichmäßige Lichtlinien zu gewinnen. Zur Zerlegung des Lichtes bis tief ins Ultraviolett hinein diente ein Doppelprisma mit  $60^\circ$  brechendem Winkel aus Quarz nach CORNU von 25 mm Höhe und 37 mm Seitenlänge, so daß ein Strahlenbündel  $25 \times 25$  mm ausgenutzt werden kann. Das CORNU-Prisma ist aus zwei  $30^\circ$ -Prismen zusammengesetzt, von denen das eine aus rechts-, das andere aus linksdrehendem Quarz besteht. Trotz der Doppelbrechung des Quarzes erzeugt ein solches Prisma einfache Spektrallinien. Das Prisma stammt ebenfalls von Halle Nachfl. (130 RM).

Übrigens kann man durch den Einbau von Quarzoptik in vielen Fällen vorhandene Spektralapparate der Sammlungen unschwer für Ultraviolettbeobachtungen herrichten. Die erwähnten Quarzlinsen ließen sich z. B. unter Verwendung einer Zwischenhülse von 27 mm äußerem Durchmesser in die Rohre eines neueren Spektrometers von Leppin & Masche, Berlin, einsetzen; bei nicht passenden Brennweiten muß man die Linsen entsprechend tiefer in ihren HülSEN anbringen. Das Okular des Apparates konnte auch leicht gegen ein selbstgefertigtes Fluoreszenzokular umgetauscht werden.

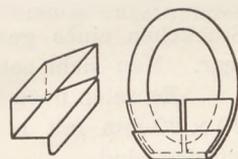


Fig. 3. Teile zum ABBESCHEN Okular.

Was überhaupt die Okulare angeht, so erfordert ihre Herstellung keine große Kunst. Für den vorliegenden Zweck fanden RAMSDEN-Okulare Verwendung, die aus zwei plankonvexen Linsen, 2 cm Durchmesser und etwa 4,5 cm Brennweite, oder 1,6 cm Durchmesser und 3,5 cm Brennweite (Lupen aus alten Apparaten) zusammengesetzt sind; mit den gekrümmten Flächen gegeneinander gestellt, werden sie in einer Messinghülse mit angelötetem Okulardeckel mit Hilfe von sauber gebohrten und geschwärzten Korkringen untergebracht. Als Marke im Blickfeld dient ein feiner Konstantendraht, der über einen Ring aus Messingblech gespannt und festgelötet ist, oder eine feine Stecknadel, die in einen Korkring von der Seite her eingesteckt wird. Die richtige Entfernung, in welcher der Faden oder die Spitze vor der Feldlinse anzubringen ist, muß durch Korkringe eingestellt werden. Für die Beobachtung ultravioletter Strahlung wurde in ein solches Okular vor der Feldlinse noch ein Streifen Uranglas eingesetzt. Bei Halle Nachfl. erhält man Uranglasplatten  $20 \times 20$  mm von etwa 2 mm Dicke (4 RM), auch Schott & Gen. in Jena liefern billig ein  $40 \times 40$  mm großes Stück vorzüglich fluoreszierendes Uranglas BB 12. Von einer solchen Platte wurde ein Streifen  $12 \times 20$  mm abgeschnitten, auf dem Schleifstein halbkreisförmig abgeschliffen und in eine Steckhülse (23 mm Durchmesser) so eingebaut, daß man das Scheibchen vor der Feldlinse des Okulars leicht auf größte Schärfe der Fluoreszenzlinien einstellen kann.

Mehr Mühe verursachte die Anfertigung eines ABBESCHEN Okulars für Autokollimation. Aus 0,8 mm starkem, hartblankem Messingblech hat der Verfasser durch Umbördeln eines 5 mm breiten Randes eine Führung für 2 Spaltbacken aus dem gleichen Messingblech hergestellt und darauf eine Scheibe von 24 mm Durchmesser ausgeschnitten, die an der Stelle der Umbiegung etwas von der Kreisform abweicht, um ein Abbrechen des Lappens zu verhindern. Dann wurde die Scheibe auf der Drehbank auf etwa 15 mm Durchmesser ausgedreht und mit 2 Spaltbacken von der aus Fig. 3 ersichtlichen Form versehen, so daß bis auf einen feinen Spalt die Hälfte der Öffnung zugedeckt ist. Aus 0,25 mm starkem Messingblech wurde nun unter Zuhilfenahme eines 5 mm dicken Brettchens ein offenes Kästchen gebogen und mit seinem Flansch auf dem Lappen der Scheibe festgelötet. Das kleine Kästchen dient einerseits zur Aufnahme eines Reflexionsprismas von 5 mm Seitenlänge (bei Halle Nachfl. 2,50 RM),

welches das seitwärts eingetretene Licht auf den Spalt wirft, und andererseits zur Ablendung des Lichtes in der unteren Hälfte des Gesichtsfeldes für den Beobachter. Mit wenig Kitt aus Schlemmkreide und Firnis, der auf die Stirnflächen (nicht auf die reflektierende Hypotenusenfläche) gestrichen ist, läßt sich das kleine Prisma im Kästchen festlegen; die Spaltbacken werden auf passenden Abstand eingestellt und die kleine Vorrichtung, nachdem sie mit Schellack und Ruß matt geschwärzt ist, mit zwei Stiftchen an einem Korkzylinder von 24 mm äußerem Durchmesser befestigt, über den noch ein dünner Draht als Marke für den oberen Teil des Gesichtsfeldes gespannt ist. Der Kork paßt mit Reibung in einen Zugrohransatz des Fernrohrs von 25 mm äußerem Durchmesser, welcher 3,5 cm vom Ende eine Öffnung  $5 \times 5$  mm erhielt; er wird so weit eingeschoben, bis das Licht durch dieses Fenster gut in das Kästchen eintreten kann. Eins der beschriebenen RAMSDEN-Okulare läßt sich nun hinter der Vorrichtung in das Zugrohr einsetzen und verschieben, bis das Spaltbild bzw. die Spektrallinien im oberen Teil des Gesichtsfeldes scharf erscheinen.

Die Autokollimationseinrichtung diente natürlich zur Erreichung starker Dispersionen; das Spaltrohr ist in diesem Falle nicht nötig; auf den Tisch  $T$  wurde ein gutes Geradsichtsprisma der Sammlung gesetzt, an dessen Holzfassung am Ende ein Stückchen eines gewöhnlichen Spiegels mit Hilfe eines Scharniers drehbar befestigt war. Man sieht sehr viele Linien; die  $D$ -Linien erscheinen deutlich getrennt.

Es seien noch einige Messungen angeführt, die unter Benutzung einer Gitterkopie  $20 \times 20$  mm mit 142 Strichen auf 1 mm von Carl Zeiß, Jena (20 RM), ausgeführt worden sind.

Für Natriumlicht betrug die Abbeugung 1. Ordnung 16,35 mm, die Wellenlänge wird danach  $\lambda = \frac{1}{142} \sin \left( \arctg \frac{16,35}{194} \right) = 5910 \text{ \AA.E.}$  Das Funkenspektrum zwischen zwei selbstgegossenen Kadmiumstiften von 6 mm Dicke mit parallel geschaltetem Schwingungskreis ergab für die berühmten Linien: rot, grün und blau, die Abbeugungen 17,83; 14,03; 13,21 mm; die Wellenlängen folgen daraus zu 6440; 5080 und 4790 Å.E.

Ohne Kollimatorrohr, das nur seitwärts gedreht zu werden braucht, ist das Gerät zur Distanzmessung geeignet. Am Ende einer auszumessenden Strecke war eine Leiste von 1 m Länge mit scharfen Endmarken aufgebaut; die Einstellung auf die Marken ergab die Differenz 6,74 mm. Danach ist aus

$$x : 194 = 1 : 6,74 \text{ die Strecke } x = 28,75 \text{ m.}$$

Eine Nachmessung mit Bandmaß ergab 28,70 m.

### Über die Beugung von Röntgenstrahlen mit Strichgittern und einen Analogieversuch im sichtbaren Spektrum.

Von Adolf Krebs in Heidelberg.

Die Beugung von Röntgenstrahlen und die Bestimmung ihrer Wellenlänge sind lange ein Hauptziel der physikalischen Forschung gewesen. Erst der Gedanke M. v. LAUES, Kristalle zur Beugung zu benutzen, hat die Verwirklichung dieser Bestrebungen ermöglicht und zugleich gezeigt, warum alle Versuche, mit mechanisch hergestellten Beugungsapparaten, wie Spalten und Gittern, einen Beugungseffekt zu erzielen — mit Rücksicht auf die kleine Wellenlänge der X-Strahlen — fehlschlagen mußten. Um so bemerkenswerter ist es daher, daß es im Anschluß an Überlegungen von A. H. COMPTON und anderen J. THIBAUD 1928 gelungen ist<sup>1</sup>, mit einem gewöhnlichen Strichgitter Röntgenstrahlen zu beugen und eine absolute Bestimmung der Wellenlänge auszuführen. Dieselbe Methode ist ebenfalls 1928 von E. RUPP<sup>2</sup> zur Beugung von Elektronenstrahlen benutzt worden, und sie spielt heute insofern in der Wissen-

<sup>1</sup> J. THIBAUD: Physik. Z. 29, 241 (1928).    <sup>2</sup> E. RUPP: Z. Physik 52, 8 (1928).

schaft eine wichtige Rolle<sup>1</sup>, als die beiden Verfahren „absolute Messung“ und „Kristallmessung“ zu einem Unterschied der Wellenlänge von 4<sup>0</sup>/<sub>100</sub> geführt haben. War man zunächst geneigt, den absoluten Messungen den Vorzug zu geben — was eine Änderung der universellen Konstanten  $N$ ,  $e$  und  $h$  bedingt hätte<sup>2</sup> —, so scheint heute die Ursache der Differenz in den Strichgittermessungen zu liegen, in die wahrscheinlich ein — bis jetzt noch unbekannter — systematischer Fehler eingeht. Bedenkt man weiterhin, wie bei diesem Verfahren durch einen eleganten Kunstgriff ein jahrelang vergeblich gesuchter Effekt gefunden und ausgebaut wird, so scheint es auch aus didaktischen Gründen angebracht, etwas näher auf diesen Versuch einzugehen, wenn auch nur, wie das in der Natur der Sache liegt, in Form eines Demonstrations- und Modellversuches.

THIBAUD benutzt zu seinen Versuchen ein Reflexionsgitter mit 200 Strichen je Zentimeter. Das Lichtbündel fällt — im Gegensatz zum gewöhnlichen Aufbau — streifend auf die Gitterfläche auf (Fig. 1). Nach der elementaren Gittertheorie gelten dann für das „tangential“ auftreffende Lichtbündel die Beziehungen

$$n \cdot \lambda = b [\cos \Phi - \cos (\Phi + \beta)] \quad (1)$$

und für sehr kleine  $\Phi$  (Reihenentwicklung!)

$$n \cdot \lambda = b \cdot \Phi \cdot \beta + \frac{b \cdot \beta^2}{2}; \quad (2)$$

$n$  = Ordnungszahl;  $\lambda$  = Wellenlänge;  $b$  = Gitterkonstante;  $\beta$  = Beugungswinkel;  
 $\Phi$  = Winkel zwischen einfallendem Strahl und Gitterebene.

Große Intensitäten erreicht THIBAUD durch Wahl des Winkels  $\Phi$ . Er wählt  $\Phi$  so, daß Totalreflexion der Röntgenstrahlen an der Gitterfläche eintritt und findet bei seinen ersten Messungen für die  $K_{\alpha}$ -Linie von Kupfer Werte, die bis auf zwei Einheiten in der dritten Dezimalstelle (1,540 und 1,538 Å.E.) mit dem aus Kristallmessungen ermittelten Wert übereinstimmen.

Für den Modellversuch mit sichtbarem Licht kann man sowohl Reflexions- als auch Transmissionsgitter benutzen. Wir geben hier der Einfachheit halber kurz die Überlegungen für ein Transmissionsgitter und fügen die mit einem geritzten Gitter (Glasgitter, Dr. Steeg & Reuter, 500 Striche je cm) für Natriumlicht erhaltenen experimentellen Werte bei. Die bei schiefem Lichteinfall für das Gitter geltenden Formeln sind aus der Gittertheorie bekannt<sup>3</sup>; wir führen sie hier an, um an die Schlußformel einige Überlegungen anzuknüpfen (Fig. 2).

Für einen Strahl, der mit dem Gitter (Gitterkonstante  $b$ ) den Winkel  $\Phi$  bildet, gilt, wenn  $\beta$  den Beugungswinkel des Spektrums erster Ordnung bezeichnet:

$$\begin{aligned} \lambda &= b \sin (90 - \Phi) - b \cdot \sin [90 - (\beta + \Phi)] \\ &= b \cos \Phi - b \cos (\beta + \Phi), \\ \lambda &= b \cdot \sin \Phi \cdot \sin \beta + b (\cos \Phi - \cos \Phi \cos \beta); \end{aligned} \quad (3)$$

für kleine  $\Phi$  gilt auch hier:

$$\lambda = b \cdot \Phi \cdot \beta + \frac{b \cdot \beta^2}{2}. \quad (4)$$

Solange nun  $\Phi$  relativ groß gegenüber  $\beta$  ist, kann das Glied  $\frac{b \cdot \beta^2}{2}$  vernachlässigt werden (da ja  $\beta$  im allgemeinen  $\ll b$ ) und man erhält:

$$\lambda = b \cdot \Phi \cdot \beta,$$



Fig. 1. Reflexionsgitter bei tangentialem Lichteinfall.

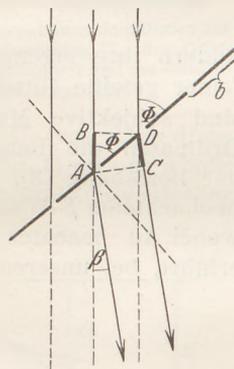


Fig. 2. Beugung am schiefstehenden Gitter.

<sup>1</sup> R. LADENBURG: Ann. Physik 16, 468 (1933). <sup>2</sup> R. LADENBURG: vgl. Nr. 3.  
<sup>3</sup> GEIGER-SCHEEL: Handbuch der Physik. Bd. 20, S. 51, 58.

eine Formel, als deren Ausgangsgleichung man die Beziehung

$$\lambda = b \cdot \sin \Phi \cdot \sin \beta = b' \cdot \sin \beta \quad (5)$$

betrachten kann. Das Klammerglied in (3) erhält damit die Bedeutung eines Korrektionsgliedes, und in erster Näherung kann Gleichung (5) für schräg auf das Gitter fallende Strahlen benutzt werden. Durch Drehung des Gitters gegen den einfallenden Strahl wird demnach (für senkrechten Einfall gilt  $\lambda = b \cdot \sin \beta$ ) eine künstliche Verkleinerung der Gitterkonstante  $b$  im Werte  $b \cdot \sin \Phi$  erreicht, d. h. das Gitter wirkt nicht mehr mit der ursprünglichen Konstante  $b$ , sondern nur noch mit einem Bruchteil

$b' = b \cdot \sin \Phi$  davon. In Fig. 3 sollen die kleinen Punkte die Furchen des Gitters, die dicken Punkte die quasi zur Wirkung kommenden Furchen des „Ersatzgitters“ darstellen.

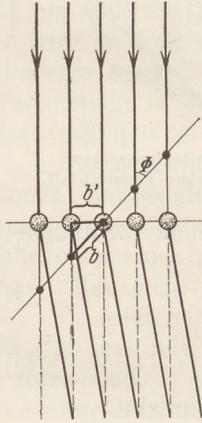


Fig. 3.  
Wirkliche und scheinbar zur Wirkung kommende Gitterkonstante.

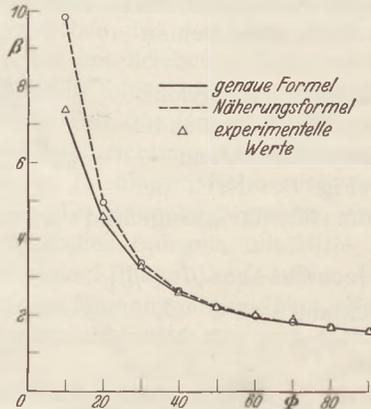


Fig. 4.  
Beziehung zwischen Ablenkungswinkel und Einfallswinkel nach der Theorie und im Versuch.

ändern ihre eigene Breite; die gesamte Erscheinung erhält das Aussehen, wie es feiner geteilte Gitter — also Gitter mit kleinerer Gitterkonstante — zeigen. In Fig. 4 sind subjektive Messungen aufgezeichnet; als Abszissen sind die Winkel  $\Phi$ , als Ordinaten die Beugungswinkel  $\beta$  aufgetragen. Die ausgezogene Kurve entspricht der Beziehung (3), die gestrichelte der Beziehung (5), und die Dreiecke stellen die beobachteten  $\beta$ -Werte dar. Die Kurve zeigt, inwieweit die Näherung erlaubt ist, wobei zu beachten ist, daß die Brechung, die der Lichtstrahl in der Glasplatte erfährt, bei unseren Überlegungen nicht mitberücksichtigt worden ist.

### Über elektrische Kippvorgänge.

Von Dr. Ing. W. Fucks in Aachen (Technische Hochschule).

In dieser Zeitschrift ist bereits mehrfach auf die unter dem Namen Glimmrelais oder Glimmsommer heute sehr bekannte Schaltung hingewiesen worden<sup>1</sup>. Es handelt sich bei den Vorgängen in diesem Gerät um einen Sonderfall einer allgemeineren Gruppe von elektrischen Erscheinungen, die in den letzten Jahren ein ständig wachsendes theoretisches und praktisches Interesse gefunden hat<sup>2</sup>. Man bezeichnet diese Erscheinungen als Kippvorgänge.

Theoretisch sind diese deshalb bedeutungsvoll, weil sie Beispiele für Schwingungserzeugung mit nur einem Energiespeicher abgeben, während die Entwicklung es mit

<sup>1</sup> HENCKEL, P.: Z. phys. chem. Unt. **35**, 172 (1922). Vgl. auch L. BERGMANN: Z. phys. chem. Unt. **35**, 165 (1922); **43**, 16 (1930).

<sup>2</sup> RÜDENBERG, R.: Elektrische Schaltvorgänge, S. 286 f. und Literaturangaben S. 499. Berlin: Julius Springer 1923. — FRIEDLÄNDER, E.: Arch. Elektrotechn. **16**, 273 (1926); **17**, 103 (1926); **20**, 158 (1928). — FRÜHAUF, G.: Arch. Elektrotechn. **20**, 471 (1928). — HUDEC, E.: Arch. Elektrotechn. **22**, 459 (1929). — BANNEITZ, F.: Taschenbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, S. 200, 629, 776. Berlin: Julius Springer 1927. — FUCKS, W.: Arch. Elektrotechn. **25**, 723 (1931).

sich gebracht hat, daß man bei der elektrischen Schwingungserzeugung meist stillschweigend zwei oder mehrere oder gar unendlich viele Energiespeicher voraussetzen zu müssen glaubt; man denke an den Thomsonkreis oder etwa an die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen an Leitungen.

In der Technik erobern sich die Kippvorgänge ein immer weiteres Feld. Man benutzt sie zum Aufbau von Relais, zur Steuerung und zu Meßzwecken. Sie ermöglichen es, Schwingungen der verschiedensten Kurvenform von Strom und Spannung und von den verschiedensten Frequenzen mit den allereinfachsten Mitteln herzustellen. Darin liegt auch ihre Bedeutung als Hilfsmittel im Physikunterricht. Es gibt z. B. eine ganze Reihe überaus einfacher Kipperschaltungen, mit denen man elektrische Schwingungen von einer Schwingungsdauer von Sekunden, ja Minuten erzeugen kann, so daß die Vorgänge am Amperemeter mit dem Auge verfolgt werden können. Mit denselben Schaltungen ist es aber auch möglich, tonfrequente, ja hochfrequente Schwingungen zu erhalten, so daß mit einer einzigen Apparatur der ganze praktisch wichtige Frequenzbereich beherrscht wird. Dabei brauchen nur Widerstände und Kapazitäten verändert zu werden, während man bei Kreisläufen mit Kapazität und Induktivität meist große Schwierigkeiten mit der Beschaffung geeigneter Drosselspulen hat.

Im folgenden sollen eine Reihe von Kippvorgängen besprochen werden. Wir unterscheiden dabei einmalige Kippvorgänge, die auf einen Anstoß hin erfolgen, und wiederkehrende Vorgänge, die entweder selbsttätig- oder fremdgesteuert-periodisch sein können.

Ein besonders einfaches Beispiel für eine Kipperschaltung zeigt Fig. 1. Sie enthält lediglich eine Glimmlampe, die mit einem Widerstand hintereinandergeschaltet ist. Die Zündspannung der Glimmlampe sei  $U_z$ , ihre Löschspannung  $U_l$  (vgl. dazu diese Zeitschrift etwa 35, 170, 172; 1932). Die konstante Spannung  $U_c$  (s. Fig. 1) sei nur wenig kleiner als die Zündspannung. Gibt man irgendwie, beispielsweise mittels galvanischer Kopplung, bei  $R'$  einen Spannungsstoß passender Polarität, so zündet die Lampe. Sie „kippt“ aus einem Gleichgewichtszustand, der durch  $U_z$  gekennzeichnet ist, in einen anderen, der durch die Brennspannung  $U_B$  gekennzeichnet ist. Dieser zweite (stabile) Gleichgewichtszustand erklärt sich aus dem Zusammenwirken der fallenden Kennlinie der Glimmentladung und der ansteigenden Kennlinie des OHMSchen Widerstandes. Es ist  $U_c = U_G + U_R$ .  $U_c$  = Spannung an der Glimmlampe,  $U_R$  = Spannung am Widerstand. In Fig. 2 ist  $U_G$  die Glimmlampenkennlinie. Die konstante Spannung  $U_c$  ergibt eine Gerade parallel zur Abszisse, die Linie  $U_R$  ist die Kennlinie des OHMSchen Widerstandes. Konstruieren wir (s. Fig. 3)  $U_G = U_c - U_R$ , so ist  $U_G$  durch zwei Bestimmungsstücke festgelegt, erstens durch die Kennlinie der Glimmlampe, zweitens durch die Gerade  $U_G = U_c - U_R = U_c - IR$ . Der Schnittpunkt dieser letzteren Geraden mit der Kennlinie der Glimmentladung stellt also den stabilen Punkt dar, in den die Glimmentladung nach dem Zünden kippt. Die Abszisse dieses Punktes liefert den Brennstrom  $I_B$ , die Ordinate die Brennspannung  $U_B$ <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Der Schnittpunkt ( $I_B, U_B$ ) ist, wie Fig. 3 zeigt, sicher ein Gleichgewichtspunkt. Eine genauere Betrachtung lehrt, daß er einen stabilen Gleichgewichtszustand darstellt. Vgl. dazu W. KAUFMANN: Ann. Physik 2, 158 (1900) oder etwa SEELIGER: Gasentladungen, S. 91 ff. (Leipzig: J. A. Barth 1927.)

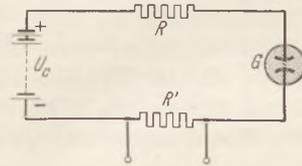


Fig. 1.  
Kippanordnung mit Glimmlampe und OHMSchem Widerstand. Das System kippt beim Anstoß an  $R'$ .

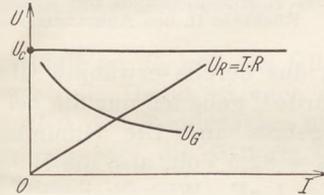


Fig. 2. Stromspannungskennlinien der konstanten Spannung  $U_c$ , des OHMSchen Widerstandes  $R$  und der Glimmlampe  $G$  aus Fig. 1.

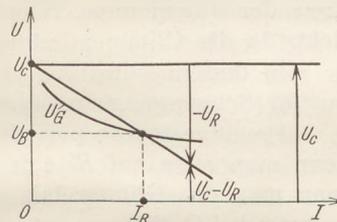


Fig. 3. Zur Erläuterung der Gleichung  $U_G = U_c - U_R$ . Bestimmung des stabilen Betriebspunktes, in den das System nach Fig. 2 nach dem Zünden kippt.

Die besprochene Anordnung mit Glimmlampe und stabilisierendem Widerstand kehrt nach dem Kippen nicht von selbst wieder in den Ausgangszustand zurück. Die Entladung brennt, einmal gezündet, weiter.

Eine Kippanordnung mit Glimmlampe, die nach einer gewissen Zeit selbsttätig wieder in den Ausgangszustand zurückkehrt, zeigt Fig. 4. Hier ist der Kondensator  $C$  die Spannungsquelle für die Glimmlampe  $G$ . Er wird von der Batterie  $U$  über den sehr großen Widerstand  $R_1$  auf eine Spannung aufgeladen, die nur wenig unter der Zündspannung  $U_z$  liegt. Ein zusätzlicher Stoß an  $R'$  bringt die Lampe zum Zünden. Der Kondensator wird über  $R_2$  und  $R'$  bis auf die Löschspannung  $U_l$  der Lampe entladen, da der Widerstand  $R_1$  zu groß gewählt ist, als daß die Batterie die Entladung stören könnte ( $R_1 \gg R_2 + R'$ ). Nach dem Löschen der Glimmlampe lädt die Batterie den Kondensator dagegen über  $R_1$  wieder auf. Man hat so ein Kipprelais für einen

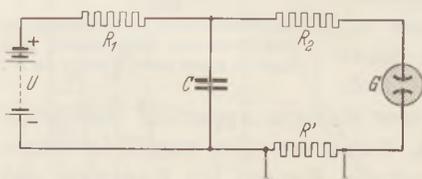


Fig. 4. Kippanordnung mit selbsttätiger Rückkehr in den Ausgangszustand.

einmaligen Kippvorgang mit selbsttätigem Rückkippen in den Ausgangszustand.  $R_1$  kann dabei auch durch eine sehr große Drosselspule, etwa die Sekundärspule eines Transformators, ersetzt werden.

Läßt man in Fig. 4 die Widerstände  $R'$  und  $R_1$  fort und stellt die Spannung  $U$  etwas höher als die Zündspannung  $U_z$  ein, so hat man ein Kipprelais in selbsttätig periodischem Betrieb. Es

ist das bereits erwähnte Glimmrelais. Da es in dieser Zeitschrift schon beschrieben wurde<sup>1</sup>, gebe ich nur die bei einem Versuch benutzten Schaltelemente und das Versuchsergebnis an. Die Glimmlampe war die bekannte Bienenkorbttype,  $U_z = 97$  Volt,  $U_e = 82,5$  Volt, also die Höhe der Spannungsschwankungen 14,5 Volt.  $U$  war 140 Volt,  $C = 1 \mu\text{F}$  (Wickelkondensatoren). Bei dem Widerstand  $R = 2 \text{ M}\Omega$  ergab sich die Frequenz 1 Hertz, also eine Schwingungsdauer von 1 sec. Die Schwingung ist verfolgbar durch das periodische Aufblitzen der Glimmlampe. Verkleinert man den Widerstand oder die Kapazität, so steigt die Frequenz an, und zwar ungefähr proportional zu  $R \cdot C$ , da fast die ganze Schwingungsdauer vom Aufladevorgang eingenommen wird, dessen Zeitkonstante  $R \cdot C$  ist<sup>2</sup>. Bei höherer Frequenz kann das Auge die einzelnen Lichtblitze nicht mehr unterscheiden. Jetzt schaltet man einen Lautsprecher in den Kreis der Glimmlampe. Viel höher als Tonfrequenz kommt man mit dieser Schaltung nicht, da die Glimmentladung mit einer hohen Trägheit behaftet ist<sup>3</sup>.

In diesem selbsttätig-periodischen Betrieb stellt das Glimmrelais ein Schulbeispiel dar für Schwingungserzeugung mit nur einem Energiespeicher.

Fremdgesteuert-periodischen Betrieb hat man in einer Schaltung nach Fig. 4, wenn man etwa auf  $R'$  eine Wechselfspannung einwirken läßt. In dieser Betriebsart kann man das Glimmrelais gebrauchen zur Herstellung einer synchronisierten Zeitablenkung bei Oszillographen, wie sie zur Erzeugung stehender Bilder von periodischen Vorgängen erforderlich ist.

Es soll noch bemerkt werden, daß man oft an Stelle des Widerstandes  $R$  eine Gleichrichterröhre einbaut. Dazu kann man jede Radoröhre nehmen. Durch Variation

<sup>1</sup> HENCKEL, P.: Z. phys. chem. Unt. 35, 172 (1922). Vgl. auch L. BERGMANN: Z. phys. chem. Unt. 35, 165 (1922); 43, 16 (1930).

<sup>2</sup> Diese Aufladung stellt einen Einschaltvorgang dar, bei dem ein Kondensator  $C$  über einen Widerstand  $R$  von einer Gleichspannung  $U$  auf deren Betrag aufgeladen wird. Es gilt also die Gleichung:  $U = RI + \frac{1}{C} \int I dt$  oder  $U = R \frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{C}$ . Mit  $Q = Q_e + Q_f$  ( $Q_e$  erzwungene,  $Q_f$  freie Ladung) gilt  $Q_e = CE$  und für  $Q_f$  aus  $R \frac{dQ_f}{dt} + \frac{Q_f}{C} = 0$  durch Separation:  $Q_f = \text{Const.} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$ . Somit hat man für die Einschaltung ( $t = 0, Q = 0$ ):  $Q = CE(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$ ; also ist  $R \cdot C$  die Zeitkonstante.

<sup>3</sup> PEEK, H.: Arch. Elektrotechn. 26, 446, 447 (1932). Vgl. auch W. ROPOWSKI: Anomaler Kathodenfall und Nahdurchschlag. Die Induktivität der Glimmentladung. Arch. Elektrotechn.

der Heizung ändert man die Frequenz kontinuierlich. Es empfehlen sich für diesen Zweck besonders Röhren mit Wolframkathoden. Jedenfalls ist bei ihnen wegen des wohldefinierten Sättigungsstroms die Handhabung ganz einfach, während man bei Röhren mit Thorium- oder Bariumkathoden Vorspannung braucht.

Eine Kippschaltung zur Schwingungserzeugung, welche auch den hochfrequenten Bereich umfaßt, ist von G. FRÜHAUF angegeben worden<sup>1</sup>. Man kann sie als das elektrische Analogon zur WATTschen Dampfmaschine auffassen. Das Schaltbild zeigt Fig. 5.

Der Vorgang ist folgender. Nehmen wir an, in einem bestimmten Augenblick werde der Kondensator  $C$  von der Batterie  $U_{A_1}$  über die Röhre  $S_1$  mit dem Sättigungsstrom dieser Röhre geladen. Es fließt dann ein konstanter Strom durch den Widerstand  $R_1$ . Der an  $R_1$  entstehende Spannungsabfall liegt am Gitter der Röhre  $S_2$  und verriegelt in dieser Röhre dem Strom den Durchgang. Der Kondensator wird bei linear ansteigender Spannung aufgeladen.

Während dieser Zeit fließt durch den Widerstand  $R_2$  kein Strom, an dem Gitter der Röhre  $S_1$  liegt nur die Vorspannung  $U_{G_1}$ . Schließlich geht die Spannung des Kondensators mehr und mehr gegen den Wert der Batteriespannung  $U_{A_1}$ . Dann sinkt der Strom durch  $R_1$ , und damit steigt die Gitterspannung an  $S_2$ . Der Strom durch  $S_2$ ,

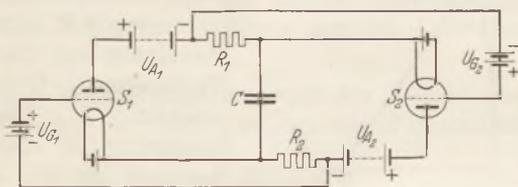


Fig. 5. Kippschaltung nach FRÜHAUF.

der dann zu fließen beginnt, wirkt durch den Spannungsabfall an  $R_2$  auf das Gitter der Röhre  $S_1$  zurück und senkt deren Strom schließlich auf Null. Damit ist auch der Spannungsabfall an  $R_1$  zu Null geworden, d. h. nunmehr wird der Kondensator über die Röhre  $S_2$  mit deren Sättigungsstrom entladen. Schließlich lädt die Batterie  $U_{A_2}$  den Kondensator umgekehrt auf, und das Spiel wiederholt sich.

Die Kondensatorspannung pendelt dabei ungefähr zwischen  $\pm \frac{U_A}{2}$ , und durch Änderung von  $R_1$ ,  $R_2$  und  $C$  regelt man die Frequenz. Sie ergibt sich zu  $f = \frac{1}{2} \frac{I_s}{U_A C}$ , wo  $f$  die Frequenz in Hertz,  $I_s$  der Sättigungsstrom in Ampere,  $U_A$  die Anodenspannung in Volt und  $C$  die Kapazität in Farad ist.

Wenn man keinen Wert auf eine bestimmte Kurvenform legt, kann man die Dimensionen weitgehend ändern. Man kann dann auch ohne Vorspannung auskommen. Ich habe mit dieser Apparatur folgenden Versuch gemacht. Die beiden Röhren waren Radio-Rekord-Röhren (M 300). Sie wurden mit 3,5 Volt geheizt, und die Batteriespannungen waren je 150 Volt; die Kapazität war aus mehreren Wickelkondensatoren zusammengeschaltet und hatte 12  $\mu\text{F}$ . Als Widerstände wurden die bekannten kleinen Siemens-Widerstände und Telefunk-Ohm benutzt, und zwar wurden sie variiert von 10000 bis 300000 Ohm. Die Schwingungszahlen änderten sich dabei von 88 bis 3 je Minute. Die Schwingungen wurden sichtbar gemacht durch zwei Milliampere-meter, die in den Anodenkreis jeder Röhre eingeschaltet waren. Jedes der beiden Instrumente zeigte eine Halbwelle der Schwingung an. Das Zusammenspiel der beiden Ausschläge gab einen überraschend eindrucksvollen Einblick in die elektrischen Vorgänge.

Man kann natürlich statt der hier zufällig verwendeten M 300 jede andere Röhre, etwa Telefunk-, Valvo- oder Siemensröhren nehmen. Auch die Größe der Röhren kann ganz beliebig sein. Man bekommt immer ohne weiteres die beschriebenen Kippschwingungen. Da in dieser Schaltung Hochvakuumröhren verwendet sind, kommt man im Gegensatz zum Glimmrelais bis zu hochfrequenten Schwingungen. Geht man von ganz langsamen Vorgängen aus, bei denen die Zeiger der Meßinstrumente noch folgen können, und steigert die Frequenz, so kann man zur Anzeige

<sup>1</sup> FRÜHAUF, G.: Arch. Elektrotechn. 20, 471 (1928).

nacheinander etwa Glimmlampe, Lautsprecher und Wellenmesser verwenden. Alle-  
mal ist natürlich auch die BRAUNSCHE Röhre ein sehr geeignetes Anzeigegerät, zumal  
man mit ihr auch die eigentümlichen Kurvenformen studieren kann.

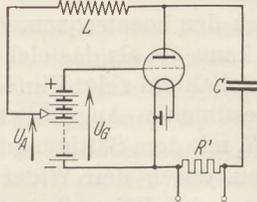


Fig. 6. Kipprelais nach Fucks.

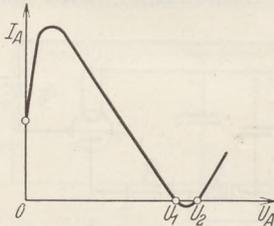


Fig. 7. Stromspannungs-  
kennlinie eines Dynatrons.

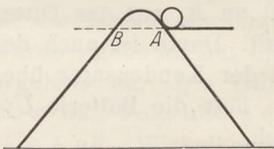


Fig. 8. Zur Erläuterung des  
Kippvorganges in der  
Schaltung nach Fig. 6.

Schließlich soll noch auf eine vielseitige Kippschaltung  
hingewiesen werden, bei der eine Röhre in Dynatronschaltung  
verwendet wird<sup>1</sup>. Als Dynatron kann man jede Dreielektroden-  
röhre mit Wolfram- oder Thoriumkathode verwenden. Eine  
Schaltung für einen einmaligen Kippvorgang, der auf Anstoß  
hin erfolgt, zeigt Fig. 6. Die Röhre erhält eine hohe positive  
Gitterspannung und eine etwas geringere Anodenspannung.  
Letztere wird über eine Induktivität (oder einen OHMSchen  
Widerstand  $R$ ) an die Anode geschaltet. Der Röhre parallel  
liegt ein Kondensator. Im Kondensatorkreis befindet sich ein  
Widerstand  $R'$  zum Anstoßen des Kreises. In der gezeichneten  
Schaltung hat die Röhre die Kennlinie nach Fig. 7, deren  
Parameter die Gitterspannung  $U_g$  ist. Abszisse ist die Anoden-  
spannung  $U_A$ , Ordinate der Anodenstrom  $I_A$ . Als Anoden-  
spannung ist das zweite Nullstrompotential  $U_2$  eingestellt.  
Dadurch ist eine stabile Lage des Systems garantiert. Ver-  
kleinert man nun durch einen kurzzeitigen Spannungstoß  
die Anodenspannung bis zum fallenden Teil der Kennlinie,  
so entlädt sich der Kondensator über die Röhre. Es ist ganz  
ähnlich, wie wenn man eine Kugel, die auf dem Gipfel eines  
Berges liegt (s. Fig. 8, Lage  $A$ ), durch einen Stoß nach  $B$   
und damit zum Abrollen bringt. Hat man den positiven Pol  
der Anodenbatterie über eine Induktivität  $L$  mit der Anode  
der Röhre verbunden, so kehrt das Relais selbsttätig in den  
Ausgangszustand zurück; mit einem OHMSchen Widerstand  $R$   
an dieser Stelle tritt das Rückkippen nicht ein.

Stellt man in der Schaltung nach Fig. 6 die Anodenspannung  $U_A$  kleiner als  $U_1$   
ein, so findet der Kippvorgang selbsttätig-periodisch statt. Auch mit dieser Schaltung  
kann man leicht Schwingungen von einigen Sekunden bis zu  $10^{-7}$  sec Dauer erzeugen.

## Für die Praxis.

**Bestimmung des Luftgewichtes mit Hilfe von Glühlampen.** Von K. Wilde in  
Dorpat (Estland).

Die älteren luftleeren Glühlampen besaßen eine Spitze, die sich leicht abfeilen  
ließ, weshalb diese Lampen zur Bestimmung des Luftgewichtes sehr bequem waren.  
Anstatt der Spitze befindet sich bei den neueren Lampen unter dem Gewinde ein  
zugeschmolzenes Glasröhrchen. Dieses Glasröhrchen kann ohne viel Mühe freigelegt  
werden, wenn man das Gewinde in der Flamme eines Spirituslämpchens erhitzt. Der  
Kitt, der das Gewinde mit der Glasbirne verbindet, schmilzt sehr leicht, so daß sich  
Gewinde und Birne bequem voneinander lösen lassen und die Zuleitungsdrähte durch-  
schnitten werden können. Gegen den lästigen, bei der Erhitzung des Kittes sich  
entwickelnden Rauch hat man Vorkehrung zu treffen.

Das zugeschmolzene Röhrchen wird am besten mit einer Flachzange abgebrochen.  
Damit keine Glassplitter verloren gehen, zerbreche ich das Röhrchen über einer  
größeren flachen Papierschachtel, die auf der einen Waagschale Platz hat und zu-  
sammen mit der Birne tariert wird.

<sup>1</sup> Fucks, W.: Arch. Elektrotechn. 25, 732 (1931).

**Zum Kerr-Effekt.** Von W. Bindseil in Liegnitz. — Zu den Angaben über den billigen Bau einer Kerrzelle von W. LANGE in dieser Zeitschrift 46, 71; 1933 sei noch folgende Ergänzung hinzugefügt. Als Spannungsquelle kann man auch Wechselstrom nehmen. Man bekommt Aufhellung bei gekreuzten Nicols. Im rotierenden Spiegel sieht man abwechselnd helle und dunkle Streifen, entsprechend der Wechselstromfrequenz, erinnernd an die „Sprossen“ des Systems Tobis-Klangfilm. Kleine Tonfilmstreifen, welche diese Sprossen am Rande aufweisen, habe ich als Abfall bei einem Besuch im Apparateraum eines Lichtspielhauses leicht erhalten.

Die Verwendung von Wechselstrom zur Erzeugung des elektrischen Wechselfeldes bietet noch einen großen Vorteil. Mit Hilfe der von den Unterrichtsfirmen gelieferten zerlegbaren kleinen Transformatoren kann man mit Leichtigkeit auf hohe Spannungen kommen; man darf dann die Spaltbreite größer wählen als 0,2 mm und erhält ein helleres Bild. Bei einem Spalt von 1 mm Breite und der Wechselspannung 1500 Volt effektiv konnte ich die Sprossen sehr schön objektiv auf die Leinwand werfen.

Besonders hingewiesen sei noch auf die schräge Lage von  $45^\circ$  des polarisierten Lichtes zum elektrischen Felde (diese Zeitschr. 45, 125; 1932. Bericht von F. MOELLER: Tonfilm).

#### Versuche zur Bildung künstlichen Nebels. Von W. Flörke in Gießen.

Die wichtigsten Nebelbildner der Technik sind: P,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{TiCl}_4$ ,  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{SnCl}_4$  und Zn. Einige davon eignen sich für Schulversuche. 1. P verbrennt man in bekannter Weise auf einem Porzellandeckel unter einer Glasglocke. 2.  $\text{SO}_3$ : Die Technik zerstäubt  $\text{SO}_3$ -Lösungen oder läßt sie auf gebrannten Kalk fließen. Das letztere läßt sich einfach ausführen. Auf den Boden eines hohen weiten Standzylinders bringt man eine Lage Sand, darauf stellt man eine Porzellanschale mit CaO. In die Porzellanschale mündet ein Trichterrohr, in das man von außen 5 bis 10 ccm rauchende Schwefelsäure (20%  $\text{SO}_3$  genügt) eingießt. Der Zylinder ist durch eine Glasplatte abgedeckt. 3. Chlorsulfonsäure ( $\text{HClSO}_3$ ). Man kann sich eine genügende Menge der Säure herstellen, indem man in  $70 \text{ cm}^3$  rauchende Schwefelsäure (20%  $\text{SO}_3$ ), die sich in einem Destillierkolben ( $150 \text{ cm}^3$ ) befindet, die berechnete Menge HCl einleitet und dann die entstandene  $\text{HClSO}_3$  bei  $155^\circ$  abdestilliert. Als Kühler dient ein langes Glasrohr, das in eine Vorlage mittels Stopfens, der noch ein Ableitungsrohr trägt, eingeführt ist. Die Chlorsulfonsäure läßt man in einem Standzylinder in feuchten Sand tropfen. 4.  $\text{SnCl}_4$  wird wie Chlorsulfonsäure benutzt. 5. Am eindrucksvollsten sind Zinknebel. Man mischt Zinkstaub (5 bis 10 g) mit der gleichen Menge Kieselgur und füllt in eine oben offene Papp- oder Papierhülse ein. Vor dem Versuch gießt man soviel Tetrachlorkohlenstoff ( $\text{CCl}_4$ ) darauf, als die Kieselgur aufnimmt (Bergermischung). Obenauf häuft man etwas Magnesiumpulver und steckt ein Stückchen Magnesiumband hinein, das man entzündet. Das Abbrennen des Magnesiums bringt das Nebelgemisch auf Reaktionstemperatur ( $\approx 200^\circ$ ). Unter starker Wärmeentwicklung und gewaltiger Rauchbildung brennt die Mischung ab. Man führt den Versuch unter dem Abzug oder im Freien (nicht in der Nähe von Gebäuden oder belebten Plätzen) aus.  $\text{CCl}_4 + 2 \text{Zn} \rightarrow 2 \text{ZnCl}_2 + \text{C}$ . Das  $\text{ZnCl}_2$  verdampft infolge der Reaktionswärme und reagiert mit dem Wasserdampf der Luft unter Bildung von  $\text{ZnO}$  und HCl. Der C färbt den Nebel grau.

## Berichte.

### 1. Apparate und Versuche.

**Bemerkungen zur Bestimmung der Schmelzwärme des Eis.** Von Prof. Dr. A. SCHLAMP in Darmstadt.

Die Schmelzwärme des Eis wird allgemein nach der Mischungsmethode bestimmt. Um günstige Ergebnisse zu erhalten, beachte man folgendes:

1. Man benutze Natureis, kein Kunsteis.
2. Das Natureisstück soll von Luftblasen und Rissen frei sein, da sich in ihnen Schmelzwasser ansammeln kann.
3. Damit das Eisstück beim Schmelzen nicht auf dem Wasser im Kalorimeter schwimmt, stelle man in das Kalorimeter ein Körbchen aus weitmaschigem Messingdrahtnetz, das durch einen Deckel aus demselben Material verschließbar ist. An das Körbchen ist ein längerer dicker Messingdraht gelötet, um es bequem anfassen zu können. Man kann es zugleich als Rührer benutzen.

Das gut getrocknete Eisstück wird rasch in das Körbchen gebracht und dessen Deckel geschlossen.

4. Das Kalorimeter wird in ein Glasgefäß gestellt. Als Dichtung zwischen Kalorimeterwand und Glaswand kann Watte benutzt werden.

5. Es empfiehlt sich, um Schmelzwasserverluste zu vermeiden, das Thermometer mitzuwägen.

6. Durch einen Vorversuch ermittelt man die Zeit für das Schmelzen des Eisstücks. (Es handelt sich um durchschnittlich 6 Minuten.)

7. Der Wärmeverlust durch Strahlung und Konvektion wird in der Weise berücksichtigt, daß man vor dem Einführen des Eisstücks in das Körbchen die Temperatur 6 Minuten lang beobachtet, ebenso 6 Minuten nach dem Schmelzen. Die Korrektur ist dann das arithmetische Mittel aus diesen Änderungen<sup>1</sup>.

Die Daten eines Versuchs waren folgende:

- a) Gewicht des Kalorimeters nebst Drahtkörbchen 252,35 g.
- b) Gewicht des Kalorimeters mit Drahtkörbchen und Thermometer 263,3 g.
- c) Gewicht des Kalorimeters mit Drahtkörbchen, Thermometer und Wasser 969,2 g.
- d) Menge des Wassers im Kalorimeter 705,9 g.
- e) Menge des Schmelzwassers 40 g.
- f) Anfangstemperatur 18°.
- g) Mischungstemperatur 12,9°.

Korrektur für Strahlung und Konvektion 0,03°, also 12,93° statt 12,9°. Aus der Gleichung  $40x + 40 \cdot 12,93 = 705,9 \cdot 5,07 + 252,35 \cdot 0,092 \cdot 5,07$  findet man für die Schmelzwärme  $x = 79,5$  cal.

Es wurden 7 Versuche ausgeführt. Kleinster Wert 77,5 cal., größter Wert 80,9 cal., Mittel aus 7 Versuchen 79,1 cal.

*Physikal. Institut der Technischen Hochschule Darmstadt.*

<sup>1</sup> L. PFAUNDLER: Sitzungsber. des k. Akad. d. W. 1891.

**Doppelspiegelgalvanometer** nach M. REICH. Von H. HECKE in Göttingen.

Im II. Physikalischen Institut der Universität Göttingen ist von Prof. Dr. M. REICH ein Doppelspiegelgalvanometer zur Demonstration von Kurven entwickelt worden.

Das Instrument ist charakterisiert durch die Anwendung zweier Drehspulmeßsysteme mit Spiegeln, deren von ausgespannten Suspensionsfäden gebildete Achsen sich rechtwinklig kreuzen, so daß das eine System in der Horizontal-, das andere in der Vertikalebene schwingt, sobald es von einem sich ändernden Strom durchflossen ist. Beide Drehspulsysteme haben außerordentlich geringes Trägheitsmoment dank ihrer geringen Massen — die Rahmenlänge beträgt z. B. nur etwa 7 mm bei etwa 4 mm Breite — und eine sehr kurze, durch geeignete Spannung der Aufhängefäden bestimmte Schwingungsdauer. Jedes System befindet sich in einer es eng umschließenden ölgefüllten Kammer, so daß seine Schwingungen unter sehr starker Dämpfung erfolgen. Die Vorderseite der Kammer wird durch eine Glasplatte gebildet; jede Kammer mit dem zugehörigen, in ihr schwingenden Drehspulsystem mit Spiegel bildet einen baulich selbständigen Körper, der sich in schwalbenschwanzartige Führungen an den Polschuhen des permanenten Feldmagneten einschieben und ebenso wieder herausnehmen läßt.

Die Spiegel der beiden Systeme bilden Teile einer objektiven (Lichtzeiger-) Spiegelablesung; diese wird gebildet aus einer genähert punktförmigen Lichtquelle, einem Projektionssystem, den oben erwähnten Drehspulspiegeln, einem Hilfsspiegel und dem Projektionsschirm. Hilfsspiegel und beide Drehspiegel sind durch die Montage auf einer für alle Galvanometerteile gemeinsamen Grundplatte in ihrer gegenseitigen Lage unveränderlich bestimmt; die Grundplatte hat einen Normalstift zur Verwendung auf dem Reiterfuß einer optischen Bank; der Stift paßt ebenfalls in die Bohrung eines runden Gußfußes, so daß das Galvanometer auch selbständig aufgestellt werden kann.

Sind die vorstehend angegebenen optisch wirksamen Teile gegeneinander zentriert, so erscheint bei nicht erregten Drehspulsystemen auf dem Projektionsschirm ein ruhender Lichtfleck geringer Ausdehnung, also das Bild der genähert punktförmigen Lichtquelle. Wird das eine oder das andere der Drehspulsysteme erregt, so wandert dieses Bild auf dem Projektionsschirm in entsprechend senkrechter oder waagerechter Richtung; erregt man das eine oder andere System mit Wechselstrom hoher Frequenz, so zeigt sich auf dem Schirm eine senkrechte oder waagerechte Linie. Beide Linien stellen die Achsen eines Koordinatensystems dar.

Aus dem Vorstehenden resultieren zwei Methoden zur Darstellung von Schaulinien. Man kann erstens entweder die die Abszisse und

Ordinate bestimmenden Meßgrößen, also beispielsweise Strom und Spannung, sprungweise nach zusammengehörigen Werten ändern und die Orte des Lichtflecks auf dem Projektionsschirm markieren und zu einer Kurve verbinden. Eine Abart dieser Darstellungsform ist die, den Lichtfleck durch stetige Änderung langsam die zugehörige Kurve beschreiben zu lassen und diese Kurve, beispielsweise mit farbiger Kreide, nachzuziehen.

### 3. Geschichte und Erkenntnistehre.

**Alchemistica Signa** digessit et explanavit C. O. ZURETTI. VIII und 84 Seiten mit 17 Tafeln. Brüssel: Secrétariat Administratif de l'Union Académique Internationale, Palais des Académies 1932. 25.— Belgas.

Die Chemie begann als Wissenschaft erst im 17. Jahrhundert. Bis zu dieser Zeit war jedoch schon ein beträchtlicher Schatz chemischer Kenntnisse gesammelt worden, der in den Gewerben vom Vater auf den Sohn, vom Meister auf den Jünger mit dem Gebot des Schweigens über die Kunstgriffe weiter gegeben wurde: die Metallhüttenleute und Goldschmiede, die Töpfer und Glasmacher, die Färber und Gerber, die Salbenköche und die Heilmittel bereitenden Ärzte hatten ihre Zunftgeheimnisse, die vielfach mit mystischen und religiösen Lehren verquickt wurden. Aus diesen Berufen gingen die Alchemisten hervor; sie suchten alle erreichbaren Kenntnisse mit besonderen Lehren vom Bau der Dinge und von ihrem Zusammenhang mit himmlischen Ereignissen zusammenzufassen und aus ihren Grundgedanken heraus neue Aufgaben zu entwickeln, die mit den ursprünglichen Zwecken der Gewerbe schließlich kaum noch etwas zu tun hatten, z. B. das Verwandeln unedler Stoffe in Gold, das Gewinnen einer Arznei für ewige Jugend und ewiges Leben, das Herstellen eines Lösemittels für sämtliche Dinge der Welt. Unter den Alchemisten gab es zwei Gruppen, von denen die Vertreter der einen tatsächliche Laboratoriumskenntnisse besaßen, während die anderen lediglich schriftstellerten und den verrücktesten Unsinn zusammenfabelten. Über die Geschichte der langsam anwachsenden chemischen Kenntnisse und theoretischen Gedanken jener längst vergangenen Tage wird man erst dann sicher urteilen können, wenn die alten Handschriften sprachlich und sachlich kritisch durchgearbeitet herausgegeben sind. Einen wesentlichen Anteil am Fortschreiten dieser notwendigen Arbeit verdanken wir dem Catalogue des Manuscrits Alchimiques Grecs, herausgegeben von der Union Académique Internationale unter Leitung von J. BIDEZ, F. CUMONT, A. DELATTE, Sir FREDERIC KENYON, O. LAGERCRANTZ, J. RUSKA, (C. O. ZURETTI †) und V. DE FALCO. Von den bisher erschienenen Bänden ist der über die alchemistischen Zeichen, den der allzu früh verstorbene ZURETTI meisterhaft bearbeitet hat, am besten geeignet, den Lesern dieser Zeitschrift einen Begriff von den Aufgaben der Chemiegeschichte entlegener Zeiten zu vermitteln.

Die zweite Methode entsteht aus der ersten ohne weiteres, sobald die Änderungen beider Meßgrößen periodisch und so schnell erfolgen, daß das Auge den Bewegungen des Lichtflecks nicht mehr zu folgen vermag. Auf dem Schirm zeigt sich dann ein stehendes Schaulinienbild.

Die zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten noch weiter auszuführen, dürfte sich erübrigen. Das Instrument wird von der Firma Gebr. Ruhstrat A.G. in Göttingen hergestellt.

Auf 17 Tafeln sind im Lichtbild 19 Blätter mit chemischen Zeichen so getreu wiedergegeben, daß jeder die saubere Umschrift der 1332 Zeichen (S. 1—24) selbst nachprüfen kann. Diese Blätter sind 7 der wichtigsten Codices entnommen, die in Venedig, Bologna, Florenz, Rom, Paris und im Escorial aufbewahrt werden. Es sind auf diesen Blättern nicht etwa 1332 verschiedene Zeichen vorhanden: die Nummern 145—265 des vatikanischen Codex 1174 stimmen vollkommen mit denen des Codex Marcianus 299 überein, nur daß 23 Nummern fehlen, und die anderen Handschriften bringen ebenfalls diese Zeichen mit mancherlei Abweichungen; ja, es treten sogar auf derselben Seite mehrmals die gleichen Zeichen auf, so ist Nr. 8 = Nr. 1, Nr. 17 = Nr. 2, Nr. 32 = Nr. 5, Nr. 38 = Nr. 3 usw., nur die beigelegten griechischen Namen sind verschieden. Die Wiederkehr der gleichen Zeichen in den Handschriften macht die Annahme wahrscheinlich, daß die herangezogenen Codices auf eine gemeinsame ältere Vorlage zurückgehen.

ZURETTI hat das Entstehen und die Zusammenhänge der einzelnen Zeichen, ihre allmähliche Umbildung und ihre Verbindung zu größeren Einheiten so eingehend beschrieben, daß in Zukunft das Lesen alchemistischer Texte bedeutend erleichtert ist. Um die verschiedenen Zeichen leicht auffindbar zu machen, sind die zugehörigen chemischen Namen (griechisch) alphabetisch zusammengestellt. Die beigelegten Proben mögen eine Anschauung von der Art der Zeichen geben.

-  κασσίτηρος Zinn
-  κασσίτηρου γή Zinnerde
-  κασσίτηρου ζίνημα Zinnfeile
-  κασσίτηρου πέταλα Zinnplättchen
-  κασσίτηρος κεκαυμένος gebranntes Zinn, Zinnasche.
-  σιδηρος Eisen
-  σιδηρου γή Eisenerde
-  σιδηρου ζίνημα Eisenfeile
-  σιδηρου πέταλον Eisenplättchen
-  σιδηρου λός Eisenrost.

Die ältesten und häufigsten Zeichen sind die für Metalle, die fast immer mit den Zeichen der zugeordneten Gottheiten und Himmelskörper übereinstimmen. Dazu traten Zeichen für andere Stoffe, für Maße und Gewichte, schließlich auch für alle möglichen Worte des täglichen Gebrauchs, so daß eine regelrechte chemische Kursive vorhanden war. Auffallenderweise fehlen in den hier bearbeiteten Blättern irgendwelche Symbole für Geräte. Viele dieser Sigel waren aus Buchstaben hervorgegangen, so ist das Wortbild für Wasser aus  $v$  und  $\delta$  zusammengesetzt ( $\nu\delta\omega\rho$ ), für Flußwasser aus  $\pi$  und  $o$  ( $\pi\omega\tau\alpha\mu\acute{o}\varsigma$ ); andere Zeichen sind wirklich bildhaft, so die waagerechten Wellenlinien für Meerwasser , die auf die altägyptische Hieroglyphe  für Wasser zurückgehen, und die senkrechten Wellenzüge  für Regenwasser, die Himmelsglocke  für den Himmel und ihre Umkehrung  für die Erde. Die Symbole wurden zu größeren Gebilden durchaus gesetzmäßig zusammengezogen, so daß z. B. in den Zeichen für Eisenerde, Eisenfeile, Eisenplättchen, Eisenrost stets Schild und Speer des Ares  als Bestandteil auftraten.

Diese kurze Übersicht läßt den Reichtum des Buches nur ahnen.

R. Winderlich, Oldenburg i. O.

**Der internationale Chemiker-Kongreß Karlsruhe 3. bis 5. September 1860 vor und hinter den Kulissen.** Zur 38. Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft in Karlsruhe 25. bis 28. Mai 1933 zusammengestellt von ALFRED STOCK. 47 Seiten mit 4 Bildnissen und 11 Briefen. Berlin: Verlag Chemie 1933. Preis RM 3.—.

Vor nicht allzu langer Zeit geriet ein junger Fachgenosse in der Assessorenprüfung in arge Verlegenheit und Bedrängnis: Die ausbildenden Herren hatten ihm beigebracht, den Ausdruck „Verbindungsgewicht“ für Äquivalentgewicht zu verwenden, der Prüfende hingegen setzte Verbindungsgewicht = Atomgewicht. Solche Unstimmigkeit ist unseren Fächern gefährlich. Sie dürfte eigentlich nicht mehr bestehen, denn O. OHMANN hatte bereits 1914 („Über das Verhältnis der Begriffe Verbindungsgewicht, Äquivalentgewicht und Atomgewicht im Mittelschul- und Hochschulunterricht“<sup>1</sup>) klar auseinandergesetzt, daß man dieses verdeutschende Wort „Verbindungsgewicht“ mit guten Gründen sowohl für Äquivalentgewicht als auch für Atomgewicht verwenden könnte, und daß man sich deshalb einigen müsse. Durch stillschweigendes Übereinkommen ist der Entscheid der Schulmänner nach dem Vorgehen der wissenschaftlich wie unterrichtsmethodisch in gleicher Weise hervorragenden Forscher AUG. WILH. v. HOFMANN und WILH. OSTWALD dahin gefallen, Verbindungs-

gewicht und Atomgewicht gleichzusetzen (vgl. auch LÖWENHARDT, „Methodik“ S. 40); wer sich nicht fügen will, vermeidet den Ausdruck Verbindungsgewicht gänzlich, weil er entbehrlich ist. Eine Durchsicht der guten Lehrbücher der Chemie für den Schulunterricht beweist, daß die Lehrbuchverfasser durchweg in diesem Sinne handeln.

Wer die Geschichte seines Faches kennt, der weiß, daß oft genug ein Übereinkommen nötig war, um nicht beim Streit um Worte die zugehörigen Begriffe totzuschlagen. Ein wahrhaft klassisches Beispiel bietet die Chemikerversammlung 1860 in Karlsruhe. Um die Mitte des Jahrhunderts bestand ein solch heillosen Wirrwarr in der chemischen Ausdrucksweise, daß ERDMANN, der Herausgeber des Journals für praktische Chemie, den Seufzer ausstieß: „Jeder Abhandlung muß ein Schlüssel vorgesetzt werden“, und daß FRIED. WÖHLER klagte: „die Konfusion ist ja gar nicht mehr zu ertragen“. Um die vielen Mißverständnisse zu beseitigen, schlug KEKULÉ im Herbst 1859 eine internationale Zusammenkunft in Karlsruhe vor. Nach langwierigem Briefwechsel, den hauptsächlich WELTZIEN (Karlsruhe) führte, ging am 10. Juli 1860 ein Aufruf zu dieser Zusammenkunft hinaus, der die Hauptpunkte nannte, über die verhandelt werden sollte: „Präzisere Definition der durch die Ausdrücke: Atom, Molekül, Äquivalent, Atomigkeit, Basizität usw. bezeichneten Begriffe; Untersuchung über das wahre Äquivalent der Körper und ihre Formeln; Anbahnung einer gleichmäßigeren Bezeichnung und einer rationelleren Nomenklatur.“ An der Versammlung (3. bis 5. September) nahmen über 100 Chemiker teil. In den Akten der Technischen Hochschule liegt eine 26 Quartseiten umfassende Niederschrift von ADOLPHE WURTZ über den Verlauf dieses einzigartigen Kongresses (Vertreter eines Faches aus aller Herren Länder). Aus dieser Niederschrift hat A. STOCK in dankenswerter Weise das wesentliche herausgeschält und zusammen mit 11 Briefen von BERTHELOT, BUNSEN, KEKULÉ, KOLBE, LIEBIG, PASTEUR, ROSCOE, SCHOENBEIN, WILLIAMSON, WÖHLER, WURTZ in genauer Größe im Lichtbild zu einem lehrreichen Heft vereinigt. Die tätigste Persönlichkeit dieser Versammlung war STANISLAO CANNIZZARO, dessen „Sunto di un corso di filosofia chimica“ (deutsch in OSTWALDS Klassikern Nr. 30) die ganze schwierige Angelegenheit auf Grund der AVOGADROSCHEN Hypothese mit einem Schlage hätte klären können, wenn nicht alles zerredet worden wäre. Wenn auch keine Einigkeit erzielt wurde, so wuchs doch nach der Aussprache die Sehnsucht aller nach Klarheit und Einigung. Die Schrift CANNIZZAROS wurde nach Schluß der Versammlung verteilt, sie wirkte besonders stark auf LOTHAR MEYER, dessen „Moderne Theorien der Chemie“ auf ihr weiterbauten und zusammen mit dem Valenzbegriff KEKULÉS endlich eine Einigung ermöglichten.

R. Winderlich, Oldenburg i. O.

<sup>1</sup> Z. physik. chem. Unterr. 27, 330—334 (1914).

#### 4. Unterricht und Methode.

Zur Reform des Unterrichts in der Elektrizitätslehre auf der höheren Schule. Von R. PYRKOSCH in Breslau.

Der Zweck der folgenden Zeilen ist, zu untersuchen, in welcher Weise die neue Darstellung der Elektrizitätslehre, wie sie hauptsächlich von dem POHLSCHEN Buche her bekannt ist, für die höhere Schule nutzbar gemacht werden kann, ohne mit der alten auf der Schule üblichen vollständig zu brechen. Da der physikalische Unterricht in eine Unter- und Oberstufe zerfällt, wobei auf beiden Stufen dieselben Gebiete, aber von verschiedenem Standpunkte aus behandelt zu werden pflegen, so könnte es zunächst als einfachstes Auskunftsmitglied erscheinen, auf der Unterstufe die alte, auf der Oberstufe die neue Auffassung zugrunde zu legen und auf diese Weise zugleich dem historischen Standpunkt gerecht zu werden, dessen Berechtigung allseitig anerkannt ist. Leider ist dieser zweimalige Aufbau nicht möglich, da seit der Neuordnung die auf der Oberstufe für die Physik bereitgestellte Stundenzahl bei den meisten Anstaltstypen so gering ist, daß es hier im wesentlichen auf eine Vertiefung und Ergänzung des Stoffes der Unterstufe herauskommt, wie auch aus den Lehrplänen deutlich hervorgeht. Dadurch hat die Unterstufe sehr an Bedeutung gewonnen, und die Reform wird sich in erster Linie mit ihr zu beschäftigen haben. Man kann vielleicht den Unterschied in der alten und neuen Lehre am deutlichsten dadurch kennzeichnen, daß die erste von der elektrischen Substanz und ihren Fernwirkungen, die zweite von dem elektrischen Felde mit seinen Nahewirkungen ausgeht, wodurch bei dieser der Begriff der Spannung, bei jener der der Ladungsmenge in den Vordergrund gestellt wird. Die Entscheidung darüber, welcher Ausgangspunkt für den Anfänger geeigneter ist, gibt meiner Ansicht nach einerseits die Erklärung des elektrischen Stroms, der ja für den Schüler die bekannteste elektrische Tatsache darstellt. Nach der einen Auffassung ist er von Anfang an bewegte elektrische Substanz, nach der andern zunächst nur „Zusammenbruch des elektrischen Feldes“. Es ist wohl kein Zweifel, daß die erste dem naiven Anschauungsbedürfnis mehr entgegenkommt als die zweite. Andererseits ist wohl auch zuzugeben, daß dem Tertianer Anziehung und Abstoßung als Fernwirkungen geläufiger sind als Zwangszustände des Raumes. Natürlich ist damit nicht gesagt, daß ein auf die elektrischen Substanzen und ihre Fernwirkungen gegründeter Lehrgang das elektrische Feld gänzlich vermeiden wird. Es war ja von je üblich, die magnetischen Kraftlinien bei der ersten Behandlung der magnetischen Grundbegriffe einzuführen, und nachdem die elektrischen Kraftlinien mit verhältnismäßig einfachen Mitteln ebenso vollkommen hergestellt werden können, wird man sich ihrer anfangs in gleicher Weise bedienen, nämlich als einer Art graphischer Darstellung von Fernwirkungen.

Stellt man sich aber auf den Boden der Substanzlehre, so wird man dem verachteten Woll-

lappen und Hartgummistab die Existenzberechtigung im Anfang kaum bestreiten können, da sie auf die einfachste Art Ladungen zu erzeugen gestatten, deren Eigenschaften ja untersucht werden sollen. Daß die Entstehung elektrischer Ladungen durch Reibung ein noch wenig geklärter Vorgang ist, tut hierbei wenig zur Sache, denn mit demselben Rechte könnte man den Elektronenstrom in metallischen Leitern ablehnen. Der Vorwurf der Unzuverlässigkeit „reibungselektrischer“ Versuche infolge von Isolationschwierigkeiten, der früher gewiß seine Berechtigung hatte, dürfte bei der heutigen Vervollkommnung der Elektroskope kaum noch aufrecht zu erhalten sein, wenn man sich auf das grundsätzlich Notwendige beschränkt.

Dagegen ist ohne weiteres zuzugeben, daß die „Reibungselektrizität“ nicht wer weiß wie lange das Feld allein beherrschen darf und daß man die Ladungen, die auf andere Weise, im besonderen von der Steckdose her erhalten werden können, als wesensgleich mit den durch Reibung erzeugten nachweist. Als Beispiel mag etwa angeführt werden, daß man ein Elektroskop einmal von der Steckdose her, das zweite Mal durch einen geriebenen Hartgummistab negativ lädt und zeigt, daß es sich in beiden Fällen bei Näherung eines geriebenen Hartgummi- oder Glasstabes in derselben Weise benimmt. Ferner bin ich der neuen Lehre vollkommen bei, wenn sie die Unzweckmäßigkeit einer scharfen Trennung von Elektrostatik und Elektrodynamik betont und den elektrischen Strom von Anfang an in den Kreis der Betrachtung gezogen haben will. Allerdings war der Strom auch der alten Lehre in der Elektrostatik nicht ganz fremd. Der Begriff des Leiters trägt ja die Vorstellung bewegter Elektrizität in sich, und mit der Entladung eines Elektroskops oder einer Leydner Flasche war der Begriff eines Stromes gewiß, wenn auch etwas dunkel verknüpft. Aber daß es sich dabei dem Wesen nach um denselben elektrischen Strom handelt, wie er dem Schüler vom täglichen Leben her aus seinen Wirkungen bekannt war, trat nicht hervor und war wohl auch, als billige Kondensatoren großer Kapazität der Schule noch nicht zur Verfügung standen, nur schwer zu zeigen. Lädt man heute einen solchen Kondensator von der Schalttafel aus und entlädt ihn nachher über ein Glühlämpchen, so ist der gewünschte Nachweis ohne Umstände erbracht. Die baldige Einführung des Stromes in dem hier geschilderten Lehrgang hat aber auch einen tieferen Grund. In der neuen Lehre ist sie selbstverständlich, da ja bei ihr Strom und Spannung die Grundbegriffe sind. Aber auch eine auf den Substanzbegriff gegründete Lehre bedarf des Stromes, weil die Substanz nur auf dem Umwege über den Strom praktisch gemessen wird. Das Grundmaß ist das Ampere als das der Stromstärke und die Einheit der Elektrizitätsmenge ist diejenige, die bei der Stromstärke 1 in der Sekunde durch den Querschnitt fließt, das Coulomb. Natürlich kann weder das

Ampere noch das Amperemeter zunächst von dem Anfänger verstanden werden, und er muß auf später vertröstet werden, aber der Ausschlag des letzteren ist doch ein sichtbares Zeichen für eine Ladungsmenge, nämlich die in der Sekunde durch den Leitungsquerschnitt bewegte. Da der mechanische Begriff der Stromstärke hierbei gebraucht wird und auch später einige Analogien aus der Mechanik der Flüssigkeiten von Nutzen sind, wird man gut tun, wie wohl schon zumeist geschieht, dieses Gebiet vor der Elektrizitätslehre auf der Unterstufe zu behandeln. Sodann ist es nötig, einige Vorstellungen über das Wesen der elektrischen Substanzen und den Strommechanismus auszuarbeiten.

Daß die alte SYMMERSche Hypothese von den zwei Fluida, die so lange auf der Schule gute Dienste geleistet hat, durch eine zeitgemäßere atomistische zu ersetzen ist, unterliegt keinem Zweifel. Hierbei ergeben sich gegenüber der ersteren gewisse Schwierigkeiten, wenn man berücksichtigen will, daß in Leitern I. Klasse, um die es sich ja zunächst fast nur handelt, allein negative Teilchen frei beweglich sind, während die positiven ihren Ort beibehalten. Man gelangt so zu einer Art von unitarischer Theorie, nach der ein negativ geladener Körper ein solcher ist, der einen Überschuß von Elektronen besitzt, während ein positiv geladener einen Fehlbetrag aufweist. Daß die freien Elektronen wegen der gegenseitigen Abstoßung bei einem negativ geladenen Leiter sich an der Oberfläche befinden, ist leicht verständlich, und umgekehrt wenigstens plausibel, daß bei einem positiv geladenen die Oberfläche von ihnen entblößt ist, so daß hier die Wirkung der positiven Teilchen vorherrscht; ebenso, daß bei der Influenzierung eines festen Leiters die abgestoßenen oder angezogenen freien Elektronen nach der einen Seite wandern, so daß die andere von ihnen entblößt wird. Da nach dieser Auffassung die Bewegung der Elektrizität beim Strom in metallischen Leitern nur in einer Richtung erfolgt, wird der Vergleich mit Flüssigkeitsströmungen wesentlich erleichtert. Bei elektrolytischen Vorgängen muß allerdings später der Strombegriff erweitert werden.

Wie bei dem Strom, soll auch bei der Spannung in dem hier angedeuteten Lehrgange der alten Lehre insofern gefolgt werden, als an bekannte Vorstellungen angeknüpft wird. Zu diesem Zwecke sind von jeher gewisse hydrostatische, hydrodynamische und thermische Analogien benutzt worden, deren pädagogischer Wert mir ebenso fest begründet zu sein scheint als der heuristische von Analogien in der Forschung. Zu der Mechanik der Flüssigkeiten würde demnach auch die Wärmelehre als ein Gebiet treten, das auf der Unterstufe vor der Elektrizitätslehre zu behandeln ist. Zur Rechtfertigung der Zugrundelegung des Substanzbegriffs in dieser sei hier nebenbei bemerkt, daß meines Wissens niemals ein Einwand gegen dasselbe Vorgehen in der Wärmelehre erhoben worden ist, wo doch die Berechtigung in sachlicher Beziehung viel zweifelhafter erscheint.

Als Einleitung möchte ich dabei den Versuch betrachten, bei dem eine Probekugel, die durch einen längeren Draht mit einem Elektroskop verbunden ist, an einem geladenen Leiter herumgeführt wird, wobei das Elektroskop dauernd denselben Ausschlag zeigt, während dieser sehr verschieden war je nach der Krümmung der Stelle, von der man ohne den verbindenden Draht Ladungsproben auf das Elektroskop übertrug. Dieses verhält sich also wie ein Thermometer, das an allen Stellen einer abgestandenen Wassermenge dieselbe Temperatur anzeigt, und mißt etwas, das dieser entspricht, und das Potential des Leiters genannt wird. Daß zwischen Potential und Ladung ein ähnlicher Unterschied besteht wie zwischen Temperatur und Wärmemenge, wird durch Versuche nach Art des MACHSchen Ausziehkörpers, ja eigentlich schon durch die Tatsacheargetan, daß der Ausschlag des Elektroskops, das mit einem geladenen Leiter verbunden ist, sich ändert, wenn dieser mit einem anderen isolierten, aber ungeladenen Leiter berührt wird, so daß sie zusammen einen einzigen bilden mit derselben Ladung wie vorher.

Die Festsetzung des Nullpunkts als das Potential des Erdbodens macht keine Schwierigkeit, die Bedeutung des dem Namen nach bekannten Volt als Einheit und die Herstellung einer Voltskala kann ähnlich wie bei dem Ampere und Amperemeter zunächst noch nicht erörtert werden. Einen Anhaltspunkt für die durch das Elektrometer angezeigten Spannungen gibt der Ausschlag, wenn das Elektrometer mit der Schalttafel verbunden wird. Wie bei Berührung zweier Körper verschiedener Temperatur ein Wärmestrom vom wärmeren zum kälteren einsetzt, so findet ein elektrischer Strom zwischen zwei Leitern verschiedenen Potentials statt, bis die Potentiale ausgeglichen sind. Der Strom, der bei leitender Verbindung der Pole der Schalttafel entsteht, kann also entstanden gedacht werden durch den Potentialunterschied zwischen ihnen, der sich auszugleichen bestrebt ist, aber durch die Maschinen im Elektrizitätswerk wenigstens zum Teil aufrecht erhalten wird. Das sind natürlich sehr naheliegende, bekannte Dinge, die aber doch des Zusammenhangs wegen hier angeführt werden mußten.

Die Begriffe der Ladung und des Potentials finden nun ihren Zusammenhang bei dem Kondensator. Unter seiner Ladung versteht man die der Kollektorplatte, wobei die Kondensatorplatte geerdet ist, unter seinem Potential ebenfalls das der Kollektorplatte, das durch ein mit ihr verbundenes Elektroskop gemessen wird. Es werden die üblichen qualitativen Versuche ausgeführt, wozu ein einfaches Modell wie der WEINHOLDSche Kondensator ausreicht. Entfernt man die Platten voneinander, so wächst das Potential, obgleich die Ladung dieselbe bleibt; läßt man die Platten in demselben Abstand, so muß man die Ladung vergrößern, um das Potential zu steigern. Diese Tatsachen können leicht dahin verallgemeinert werden, daß das Potential eines Leiters sowohl durch seine Ladung wie seine Umgebung bestimmt

wird. Daß letzteres noch in einem anderen Sinne richtig ist, wird gezeigt, indem man zwischen die Platten eine Paraffinscheibe bringt und dadurch den Ausschlag des Elektroskops vermindert, das Potential also verkleinert. Schließlich zeigt noch das Kraftlinienbild, worauf es beim ebenen Kondensator eigentlich ankommt, nämlich daß sein elektrisches Feld mit den parallelen, auf den Platten senkrecht stehenden Kraftlinien denkbar einfach ist.

Wenn man sich nunmehr der Lehre vom stationären elektrischen Strome zuwendet und in der üblichen Weise mit der historisch ältesten Stromquelle, dem galvanischen Element, beginnt, so stellt der sog. elektrostatische Spannungsnachweis mit Hilfe des Voltakondensators nicht, wie man in der letzten Zeit spöttisch gemeint hat, die Zwiirfadensbrücke zwischen der Elektrostatik und Elektrodynamik dar, sondern eine sehr willkommene Anwendung des kurz vorher behandelten Kondensators, um die Spannung an den Polen eines Elements nachzuweisen, wie sie von denen der Schalttafel längst bekannt ist. Wie früher das Amperemeter wird nun auch das elektrodynamische Voltmeter zunächst ohne Erklärung eingeführt, und die Zweivoltspannung eines Akkumulators, von dem ein kleines Modell vor den Augen der Schüler hergestellt werden kann, gibt eine gute Veranschaulichung der Spannungseinheit. Es ist ferner nun wohl verständlich, daß man ein Element von so konstanter Spannung hat zusammensetzen können, daß es zur wissenschaftlichen Festlegung des Volt geeignet ist, und ferner, daß ein Spannungsmesser durch Hintereinanderschaltung von Elementen geeicht werden kann, wodurch eine frühere Lücke ausgefüllt ist.

Der noch übrige Stoff der Unterstufe kann etwa wie folgt zusammengefaßt werden: Wärmewirkungen des Stroms, Anwendungen und elektrische Beleuchtung; die einfachsten Erscheinungen der Elektrolyse und Anwendungen, magnetische Wirkungen des Stroms und Strommesser; elektrischer Widerstand, OHMSches Gesetz und stromführende Spannungsmesser; der Elektromagnet mit Anwendungen, das Einfachste über die Induktion und technische Anwendungen.

Bei der Elektrolyse wird die Erklärung des Amperes nachgeholt und erkannt, wie ein auf anderer Grundlage beruhendes Amperemeter geeicht werden kann. Das OHMSche Gesetz fügt zu den Grundeinheiten Volt und Ampere noch das Ohm für den Widerstand hinzu. Von besonderer Wichtigkeit sind die magnetischen Wirkungen. Sie werden wie üblich durch den ÖRSTEDTSchen Versuch eröffnet, an den sich die Amperesche Regel anschließt. Hierauf folgen die Kraftlinienbilder der magnetischen Felder um einen geradlinigen und kreisförmigen Leiter, und dieser leitet zur Stromspule über, deren magnetisches Feld in zweierlei Weise von Bedeutung ist. Im Innern erweist es sich mit seinen geradlinigen, der Achse parallelen Kraftlinien als das Gegenstück zum elektrischen Felde des Kondensators, im Äußern als gleichartig mit dem Felde eines Stabmagneten,

dessen Polflächen mit den Stirnflächen der Spule zusammenfallen. Eine weitere Ähnlichkeit mit dem Kondensator besteht ferner darin, daß auch hier der das Innere ausfüllende Stoff eine Rolle spielt, wenigstens wenn er Eisen ist, denn dann werden die Wirkungen im Äußeren wesentlich verstärkt.

Mit Rücksicht auf das Verständnis von Anwendungen wie Drehspulinstrumente und die Lehre von der Induktion ist noch die Bewegung stromführender Leiter im Magnetfelde zu behandeln, die durch das Gesetz von BIOT-SAVART beherrscht wird, von dem hier nur der die Bewegungsrichtung betreffende Teil in Betracht kommen kann, der als Linkehandregel bekannt ist. Von den zahlreichen Versuchen, die gerade zu diesem Zwecke angegeben worden sind, sei hier nur an einen erinnert, weil er auch in der Lehre von der Induktion von Bedeutung ist. Die Anordnung besteht im wesentlichen aus zwei Messingröhren, die in zwei Holzbrettchen parallel zueinander befestigt und an je einem Ende mit Klemmen versehen sind, so daß eine Spannung angelegt werden kann. Werden die in einer horizontalen Ebene liegenden Rohre durch ein Rohrstück überbrückt, so ist ein Stromkreis geschlossen, von dem ein Teil, nämlich die Brücke, beweglich ist. Bringt man nun unter ihr einen senkrechten Magnetstab an, so daß sie sich in dem Felde des einen Pols befindet, so rollt sie auf den festen Rohren in der durch die Linkehandregel bestimmten Richtung.

Auch die Induktion wird auf der Unterstufe nur qualitativ zu behandeln sein. Man beginnt mit der Stromspule, an die ein Galvanometer angeschlossen ist, und stellt den Stromstoß fest, der beim Eintauchen und Herausziehen eines Magnetpols erzeugt wird. Der Magnetstab kann ersetzt werden durch eine Primärspule. Anstatt diese zu bewegen, kann man den Strom in ihr unterbrechen und schließen. Der induzierte Strom wird bedeutend verstärkt, wenn in die Primärspule ein Eisenkern gebracht wird. Damit ist der Induktionsapparat der Hauptsache nach erklärt und wird im Anschluß erörtert. Zur näheren Einsicht in das Wesen der Induktion kann nun der oben beschriebene Röhrenapparat dienen, wenn man die angelegte Stromquelle durch ein Galvanometer ersetzt. Erzeugt man dann durch Verschieben der Brücke im Magnetfeld einen Induktionsstrom, so kann man leicht die LENZsche und die sog. Rechtehandregel von dem Zusammenhang zwischen Bewegungs-, Feld- und Stromrichtung ableiten. Dies dürfte genügen, um die für die Unterstufe in Betracht kommenden Anwendungen zu behandeln.

Wir gelangen nunmehr zur Oberstufe. Selbst wenn man, wie ratsam, die Elektrizitätslehre an das Ende der Unterstufe stellt und die UII nicht wie bei manchen Anstaltstypen physikfrei ist, wird man die Vertiefung und Fortsetzung der Elektrizitätslehre nicht unmittelbar an die Unterstufe anschließen können. Vielmehr wird in diesem Lehrgang vorausgesetzt, daß in O II zum Teil wenigstens die Vertiefung und Erweiterung der Mechanik und Wärmelehre vorausgeht, so daß im

besonderen auch das mechanische Wärmeäquivalent und das Gesetz von der Erhaltung der Energie gewonnen wird. Trotzdem also unter Umständen eine recht erhebliche Zeit zwischen den beiden Stufen der Elektrizitätslehre verfließen dürfte, wird es, wie schon oben bemerkt, im allgemeinen nicht möglich sein, noch einmal von vorn anzufangen, sondern man wird sich auf kurze Wiederholungen des jeweils Nötigen beschränken müssen. Es empfiehlt sich, mit dem Kondensator zu beginnen und, nachdem das auf der Unterstufe von ihm Gelernte in Erinnerung gebracht worden ist, nach bestimmteren quantitativen Beziehungen, im besondern zwischen Ladung und Potential, zu suchen. Nach dem didaktischen Vorgange von POHL wird man dabei das ballistische Galvanometer verwenden auf Grund der Tatsache, daß bei ihm ein kleiner Ausschlag der gesamten bei dem Stromstoß durch den Querschnitt der Leitung geflossenen Elektrizitätsmenge proportional ist. Freilich ist der Nachweis der Richtigkeit dieses Satzes, wie er bei POHL geführt wird, wegen der für die Schule zu hohen experimentellen Mittel im allgemeinen nicht möglich, und man wird sich mit einer Überlegung der Art begnügen müssen, wie sie in dem Lehrbuch der Physik von H. A. LORENTZ<sup>1</sup> zu finden ist: Bedeutet  $K$  die Kraft, die ein Strom der Stärke  $I$  auf einen der Pole des schwingenden Systems ausübt, so hat ein Strom  $i$  die Kraft  $Ki$  zur Folge. Wenn nun dieser Strom während der sehr kurzen Zeit  $t$  besteht, so ist  $Kit$  der Ausdruck für den Stoß auf den Magnetpol. Da das Produkt  $it$  die Elektrizitätsmenge bedeutet, die in der Zeit  $t$  durch den Querschnitt gegangen ist, so ist der Stoß dieser Menge proportional. Nach der Lehre vom Stoß ist aber auch die Geschwindigkeit, mit der die Nadel die Gleichgewichtslage verläßt, und damit der Ausschlag dem Stoß proportional, so daß der Satz bewiesen ist. Dabei ist die Länge der Zeit gleichgültig, so lange sie klein gegen die Schwingungsdauer der Nadel ist. Wenn die Stromstärke während dieser Zeit nicht konstant ist, tritt für das Produkt  $it$  das Integral  $\int i \cdot dt$  ein.

Der Nachweis dafür, daß die Ladung eines Kondensators seinem Potential proportional ist, geschieht nun einfach in der Weise, daß man den Kondensator nacheinander auf verschiedene Potentiale auflädt und zeigt, daß bei der Entladung durch das Galvanometer der Ausschlag dem Potential proportional ist. Benutzt man dazu technische Papierkondensatoren von einigen Mikrofarad, so kann man bei den von der Schalttafel her verfügbaren Spannungen die gewöhnlichen Schulgalvanometer zu diesem Zwecke verwenden.

Die Proportionalitätskonstante wird als die Kapazität des Kondensators bezeichnet. Als Einheit ergibt sich sofort die eines Kondensators, der beim Potential 1 Volt die Ladung 1 Coulomb besitzt. Sie heißt Farad, und da sie un bequem groß ist, wird als praktische Einheit ihr millionter

Teil, das Mikrofarad, benutzt. Es ist schon auf der Unterstufe davon die Rede gewesen, daß irgendein geladener Leiter mit seiner Umgebung, etwa ein Elektroskop mit Gehäuse, als eine Art Kondensator betrachtet werden kann, und daß man also auch von der Kapazität eines einzelnen Leiters als konstanten Quotienten seiner Ladung und seines Potentials sprechen kann, vorausgesetzt, daß hinsichtlich seiner Umgebung gewisse Voraussetzungen erfüllt sind. In diesem Sinne hat eine Kugel von 9 km Radius die Kapazität 1 Mikrofarad, und es läßt sich zeigen, daß die Kapazität einer Kugel ihrem Radius proportional ist, so daß es nunmehr auch einen Sinn hat, eine Kapazität nach Zentimetern anzugeben.

Daß die Kapazität des Kondensators der Platten- oder allgemeiner der Belegungsfläche proportional ist, zeigt man leicht mittels Parallelschaltung gleichartiger technischer Kondensatoren. Will man diese benutzen, um auch nachzuweisen, daß die Kapazität dem Belegungsabstand umgekehrt proportional ist, kann man allenfalls so verfahren, daß man zwei hintereinander schaltet und zeigt, daß dann die Kapazität gleich der Hälfte des einzelnen ist. Dabei kann man die miteinander leitend verbundenen Belegungen aneinandergelegt denken und ihre Dicke bis auf Null abnehmen lassen, so daß sich im Grenzfall ein einziger Kondensator mit doppeltem Plattenabstand ergibt. Auf diese Weise erhält man die Kapazität eines Kondensators als proportional dem Quotienten von Flächengröße und Abstand der Belegungen.

Um den Proportionalitätsfaktor für einen Luftplattenkondensator durch den Versuch zu ermitteln, ist ein empfindlicheres Galvanometer nötig, als es einer Schule im allgemeinen zur Verfügung stehen dürfte, und dieses ist auf Stromstöße zu eichen, eine etwas heikle Aufgabe, über die mancherlei in der Fachliteratur der letzten Zeit erschienen ist<sup>1</sup>.

Im Sinne eines anspruchloseren Lehrgangs wie des hier geschilderten wird die bloße Mitteilung des Zahlenwerts  $8,84 \cdot 10^{-14}$  der absoluten Dielektrizitätskonstante wie bei so manchen anderen Konstanten der Physik auch ausreichen. Diese Zahl ist noch mit der relativen D.K. des betreffenden Stoffes, die schon von der Unterstufe her bekannt ist, zu multiplizieren, wenn das Zwischenmittel von Luft verschieden ist.

An dieser Stelle erscheint es mir nun angebracht, auf die eigentliche Feld- oder Nahewirkungslehre etwas einzugehen, indem man an das Kraftlinienbild des Plattenkondensators anknüpft. Die Kraftlinien verhalten sich wie elastische Fäden, die die positiven und negativen Ladungsteilchen miteinander verknüpfen und die

<sup>1</sup> LORENTZ, H. A.: Deutsche Ausgabe, Bd. 2, S. 380; vgl. auch BERLAGE, Nachträge usw., Unterrichtsblätter 38, 213 (1932).

<sup>1</sup> Vgl. POHL: Einführung 1. Aufl., S. 26. SPREEN, W.: Verwendung ballistischer Instrumente in der Elektrizitätslehre. Z. physik. u. chem. Unterr. 1932, 76. — BERLAGE: Zur Messung der Feldstärke und Induktion. Unterrichtsbl. 1932, 114. — HAHN, K.: Zur Reform des Unterrichts in der Elektrizitätslehre, S. 78 f.

Platten einander zu nähern suchen. Das Potential würde der elastischen Spannung der Fäden entsprechen, die dem Plattenabstand proportional ist. Das wesentliche ist nun, daß man diesem zunächst gedachten Zwangszustand des Raumes eine physikalische Wirklichkeit zuerteilt in dem Sinne, daß nicht nur den beiden Plattenflächen als Grenzen des Feldes ein bestimmtes Potential, nämlich  $P$  und Null zukommt, sondern auch jedem Punkte zwischen ihnen, indem das Potential auf jeder Kraftlinie gleichmäßig von  $P$  auf 0 fällt, und zwar um den Betrag  $\frac{P}{d}$  je Zentimeter, wenn  $d$  wieder den Plattenabstand bedeutet. Dieses Potentialgefälle je Zentimeter wird nun die elektrische Feldstärke genannt und mit  $\mathcal{E}$  bezeichnet. Sie ist offenbar unter sonst gleichen Umständen von  $d$  unabhängig, da das Potential des Kondensators dem Plattenabstand proportional ist. Erinert man sich nun der früheren Beziehungen  $Q = CP$ , wo  $Q$  die Ladung und  $C$  die Kapazität war, und  $C = \varepsilon \cdot \frac{q}{d}$ , wo  $q$  die Plattenfläche und  $\varepsilon$  die absolute D. K. bedeuten, so ergibt sich  $Q = \varepsilon \cdot q \cdot \mathcal{E}$ . Setzt man weiter noch die Ladung  $Q$  je Flächeneinheit oder Flächenladungsdichte gleich  $\mathcal{D}$ , so folgt schließlich  $\mathcal{D} = \varepsilon \cdot \mathcal{E}$  als Beziehung zwischen den Grenzen des elektrischen Feldes, wo sich die Ladungen befinden, und dem Felde selbst, das durch die Feldstärke gekennzeichnet ist.

Nach dieser Auffassung findet bei der Entladung eines Kondensators durch Herstellung einer leitenden Verbindung zwischen seinen Platten nicht nur der Ausgleichsstrom in dem Verbindungsdraht statt, sondern auch etwas in dem umgebenden Raume, indem das elektrische Feld mit seinen Kraftlinien verschwindet. Wie man den Elektronenstrom in dem Draht einen Leitungsstrom nennt, bezeichnet man das Verschwinden des elektrischen Feldes zwischen den Platten als einen Verschiebungsstrom, der den Leitungsstrom gewissermaßen ergänzt und den Stromkreis schließt.

Eine ähnliche Ergänzung wie die Lehre vom Kondensator erfährt die von der Stromspule, die ja bereits auf der Unterstufe als Gegenstück erkannt worden ist. Für das ballistische Galvanometer tritt hier ein Magnetometer ein<sup>1</sup>, von dem verschiedene Ausführungen für den Schulunterricht beschrieben worden sind<sup>2</sup>. Ich verwende dazu das MÜLLERSche Magnetometer<sup>3</sup>, das in erster Linie zur Bestätigung des COULOMBSchen Gesetzes diente, in Übereinstimmung damit, daß die Gesetzmäßigkeit der Stromspule an Stelle dieses Gesetzes treten soll. Zu diesem Zweck habe ich das Grundbrett des Apparats an dem Bussolenende mit Einschnitten versehen lassen, so daß ein Holzzylinder eingeschoben werden

kann, in dessen Mitte sich dann die Nadel befindet. Der Zylinder ist mit 3 verschiedenfarbigen Wicklungen belegt, so daß je eine gelbe, blaue, rote Windung nebeneinander liegen. Diese Wicklungen können hintereinandergeschaltet werden. Betrachtet man den Ausschlag der Nadel als Maß der magnetischen Wirkung, so wird diese als proportional zur Stromstärke und der Windungszahl pro Längeneinheit der Zylinderachse erkannt. Erteilt man nun wie im elektrischen Felde den magnetischen Kraftlinien eine physikalische Wirklichkeit, als einen Zwangszustand des Raumes anzeigend, so liegt es nahe, die Stärke  $H$  dieses Feldes gleich  $\frac{i \cdot n}{l}$  zu setzen, wo  $i$  die Stromstärke in Ampere,  $n$  die Windungszahl und  $l$  die Länge der Spulenachse in Zentimetern bedeutet.

Die Erklärung der Verstärkung der Spulenzirkung durch einen Eisenkern, die Erklärung des Ferromagnetismus durch Molekularströme, der Wesensunterschied des elektrischen und magnetischen Feldes kann ohne weiteres aus dem POHLSchen Buche (l. c. S. 72) für die Schule übernommen werden. Sodann ist die relative Permeabilität als Gegenstück zur relativen Dielektrizitätskonstante einzuführen. Dabei ist noch einmal daran zu erinnern, daß die magnetischen Kraftlinien im Innern der Spule parallel zur Achse verlaufen, aus der einen Stirnfläche austreten und außen im Bogen zu der anderen zurücklaufen, also geschlossene Linien sind. Um von einer bestimmten Zahl dieser Linien reden zu können, kann man diese gleichmäßig über den Querschnitt der Spule derart verteilt denken, daß durch jedes Quadratzentimeter  $\mathcal{N}$  Linien hindurchgehen, also die Spule von  $q \cdot \mathcal{N}$  Linien durchzogen wird, wenn  $q$  die Querschnittsfläche bedeutet. Füllt man nun die Spule mit Eisen aus, so wird das Feld im Außenraum erheblich verstärkt, wie man z. B. an den schnelleren Schwingungen einer Magnetnadel vor einer der Stirnflächen der Spule erkennt. Demnach ist die Zahl der Kraftlinien im Äußeren vermehrt zu denken, doch kann man nicht mehr ohne weiteres sagen, daß die Kraftlinien in sich geschlossen sind. Denn der Eisenkern ist jetzt ein Magnet, bei dem wir früher die Linien am Nordpol entspringen und am Südpol endigen ließen. Um also wieder zu geschlossenen Linien zu gelangen, denken wir uns den Eisenkern entfernt und seine Wirkung dadurch wiederhergestellt, daß wir an Stelle der Stromstärke  $i$  eine größere  $\bar{\mu} \cdot i$  verwenden. Das kommt darauf hinaus, daß der Eisenkern in der Spule gelassen und jede Kraftlinie durch ihn geradlinig fortgesetzt wird, so daß sie wieder geschlossen ist. Ihre Zahl ist aber nunmehr nicht mehr gleich  $\mathcal{N} = \frac{i \cdot n}{l}$  je Quadratzentimeter des Querschnitts,

sondern gleich  $\frac{\bar{\mu} i \cdot n}{l} = \bar{\mu} \cdot \mathcal{N}$ . Der Faktor  $\bar{\mu}$  heißt die relative Permeabilität des Eisens. Sie ist allerdings keine Konstante, sondern von der magnetisierenden Stromstärke  $i$  abhängig.

An den Ergänzungen des OHMSchen Gesetzes auf der Oberstufe, an der Behandlung der Gesetze

<sup>1</sup> Vgl. POHL: Einführung, 1. Aufl., S. 70.

<sup>2</sup> Vgl. z. B. BERLAGE: Ubl. 1932, 114 u. 214. HAHN, K.: Ubl. 1932, 74.

<sup>3</sup> Vgl. MÜLLER, F. C. G.: Technik des physikalischen Unterrichts, 1. Aufl., S. 219.

von KIRCHHOFF und JOULE wird kaum etwas gegen früher zu ändern sein; anders dagegen mit der Lehre von der Induktion. Wie diese auf der Unterstufe zu handhaben ist, wurde schon oben auseinander gesetzt. Auf der Oberstufe ist vor allem als quantitative Ergänzung das FARADAY'sche Induktionsgesetz abzuleiten. Es war ein mühevoller Weg, der zu diesem Zwecke bisher auf der Schule zurückgelegt wurde. Der Ausgangspunkt war die Tatsache, daß ein Kreisstrom vom Radius  $r$  und der Stärke  $i$  auf einen Pol der Stärke  $m$  in seinem Mittelpunkt eine Kraft senkrecht zur Kreisebene ausübt, die proportional zu  $i$  und  $m$  und umgekehrt proportional zu  $r$  ist. Die Bestätigung hinsichtlich  $i$  und  $r$  konnte ganz gut mit dem MÜLLER'schen Magnetometer erbracht werden, dem zu diesem Zwecke eine Art von Tangentenbussole beigegeben war, deren Bussole aber durch die Nadel des Magnetometers ersetzt war (l. c. S. 221). Für die Wirkung eines Bogenelements des Kreisstroms von der Länge  $\lambda$  folgte sodann, daß sie proportional zu  $\frac{m}{r^2} i \lambda$  ist, also im wesentlichen das Gesetz von BIOT-SAVART, und nach dem Gesetz von Wirkung und Gegenwirkung, daß auch der Pol auf das Stromelement eine gleiche Kraft entgegengesetzter Richtung ausübt. Nun geht aus dem COULOMB'schen Gesetz hervor, daß  $\frac{m}{r^2}$  die von dem Pole

herrührende magnetische Feldstärke  $F$  an der Stelle des Stromelements ist, woraus dann geschlossen wurde, daß die Kraft, die auf ein Stromelement in einem Magnetfeld wirkt, proportional zu dem Produkt  $F i \lambda$  ist. Wenn also bei dem Apparat mit den Messingröhren, von dem oben die Rede war, das Magnetfeld als homogen und senkrecht zur Ebene der Röhren vorausgesetzt wird, so ist auch die im Schwerpunkt des beweglichen Rohrstücks angreifende Kraft proportional zu  $F i \lambda$ , wo  $\lambda$  jetzt die Entfernung der beiden festen Rohre voneinander bedeutet, und die gewonnene Arbeit proportional zu  $F i \lambda \cdot s$ , wo  $s$  die Wegstrecke des Querstücks ist. Nun ist  $\lambda \cdot s$  die von ihm zwischen den festen Rohren bestrichene Fläche, also nach dem zwischen der Feldstärke und der Kraftlinienzahl hergestellten Zusammenhange  $N = F \cdot \lambda \cdot s$  gleich der Zahl der von dem Rohrstück bei seiner Bewegung geschnittenen Kraftlinien oder gleich der Änderung der Zahl der Kraftlinien, die von dem Stromkreise umfaßt werden. Wenn jetzt umgekehrt durch die Bewegung des Rohrstücks im magnetischen Felde ein Strom induziert wird, so ist nach dem Erhaltungsgesetz der Energie die Arbeitsleistung des Induktionsstroms gleich der Arbeit, die nach der LENZ'schen Regel bei der Bewegung des Rohrstücks gegen die elektrodynamische Gegenkraft geleistet wird. Setzt man die Bewegung während der Zeit  $t$  als gleichförmig und damit die induzierte Stromstärke als konstant voraus, so ist die Arbeitsleistung des Stromes proportional zu  $e \cdot i \cdot t$ , wo  $e$  die induzierte elektromotorische Kraft bedeutet, so daß sich  $N i$  proportional zu  $e \cdot i \cdot t$  und  $e$  zu  $\frac{N}{t}$

ergibt. Bei nicht gleichförmiger Bewegung ist die augenblickliche elektromotorische Kraft proportional zu  $\frac{dN}{dt}$ . Bei Benutzung des elektromagnetischen Maßsystems wird dabei der Proportionalfaktor gleich 1, bei Verwendung des praktischen gleich  $10^{-8}$ , so daß die momentane elektromotorische Kraft gleich  $\frac{dN}{dt} \cdot 10^{-8}$  Volt zu setzen ist.

Ich glaubte, diesen bekannten, in vielen Schulbüchern zu findenden Gedankengang hier noch einmal anführen zu müssen, um die bedeutsame Vereinfachung hervortreten zu lassen, die durch das POHLS'sche Buch (l. c. S. 79) auch für die Schule angeregt worden ist. Man benutzt dabei zwei Stromspulen, die aneinander gesetzt werden, so daß zwischen ihnen ein schmaler Spielraum verbleibt, in den eine flache Induktionsspule gebracht werden kann. Diese Spule ist an einem Stabe befestigt, der um eine horizontale Achse drehbar ist, so daß die Spule leicht in das homogene Magnetfeld hinein- und wieder herausgebracht werden kann. Sie kann außerdem in ihm um den Stab als Achse gedreht werden. Dann zeigt sich am Galvanometer der Stromstoß beim Eintauchen in das Magnetfeld oder beim Herausnehmen ebenso groß, als wenn man z. B. die Spule im Felde aus der Stellung senkrecht zu den Kraftlinien um  $90^\circ$  in die parallel zu ihnen dreht, oder auch, wenn man die Spule senkrecht zu den Linien beläßt und den Primärstrom ein- oder ausschaltet. Diese Ergebnisse finden ihre einfachste Erklärung, wenn man annimmt, daß die Größe des Stromstoßes eindeutig bestimmt ist durch die Änderung der Zahl von Kraftlinien, die von dem Stromkreise umfaßt werden. Daß zwischen beiden Proportionalität besteht, wird weiter gezeigt, indem man die primäre Stromstärke variiert und z. B. jedesmal den induzierten Stromstoß beim Ein- und Ausschalten des Primärstromes beobachtet. Dann erweist sich der erstere dem letzteren proportional und folglich auch der magnetischen Feldstärke und der Zahl der von der Induktionsspule umfaßten Kraftlinien. Nun ist die während des Stromstoßes in dem Induktionskreise beförderte Elektrizitätsmenge gleich dem Zeitintegral der induzierten Stromstärke, und wenn man von dem vollständigen Verschwinden der Kraftlinien beim Ausschalten auf die Verminderung ihrer Zahl von  $N_2$  auf  $N_1$  verallgemeinert, ergibt sich  $\int_{t_1}^{t_2} i \cdot dt \sim N_2 - N_1$ , also die mitt-

lere Stromstärke  $\frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \int_{t_1}^{t_2} i \cdot dt \sim \frac{N_2 - N_1}{t_2 - t_1}$  und die

augenblickliche Stromstärke sowie nach dem OHM'schen Gesetz auch die augenblickliche induzierte elektromotorische Kraft als proportional dem Zeitgradienten  $\frac{dN}{dt}$ .

Die oben kurz auseinandergesetzte theoretische Ableitung des Induktionsgesetzes wird für gewöhnlich mit den elektromagnetischen Ein-

heiten durchgeführt und ergibt dann als Proportionalitätsfaktor 1 bzw.  $-1$ , wie schon früher bemerkt wurde; legt man dagegen Volt und Ampere zugrunde, so wird er gleich  $10^{-8}$ , da 1 Volt gleich  $\frac{1}{10^8}$  elektromagnetischen Potential-einheiten ist. Da ferner die von uns nach POHL gebrauchte Einheit der Feldstärke sich von der des absoluten Maßsystems um den Faktor  $0,4 \pi$  unterscheidet, ist unser Proportionalitätsfaktor gleich  $0,4 \pi \cdot 10^{-8} = 1,256 \cdot 10^{-8}$ , so daß schließlich die induzierte elektromotorische Kraft  $1,256 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{dN}{dt}$  Volt beträgt. Dieser Faktor, der die absolute Permeabilitätskonstante  $\mu_0$  genannt wird und das Gegenstück zur absoluten Dielektrizitätskonstante  $\epsilon$  ist, wird wie bei dieser den Schülern einfach mitzuteilen sein. Natürlich liegt darin ein Teil der Erleichterung begründet, den die Ableitung nach POHL der früher üblichen gegenüber hat, da man sich nicht mit dem Zustandekommen des Proportionalitätsfaktors abzuquälen nötig hat. Ist der Induktionskreis nicht in Luft, sondern in einen Stoff mit der relativen Permeabilität  $\mu$  (in bezug auf Luft) eingebettet, so ist obiger Faktor noch mit  $\mu$  zu multiplizieren. Unter der Permeabilität  $\mu$  eines Stoffes schlechthin ist dann eben das Produkt  $\mu_0 \cdot \mu$  zu verstehen.

Wir kehren jetzt noch einmal zu unserer Induktionsspule im homogenen Felde zurück und lassen sie nur aus einer Windung bestehen, die eine senkrecht zu den Kraftlinien gestellte Kreisfläche begrenzt. Dann ist die in ihr bei einer Änderung des Magnetfeldes induzierte elektromotorische Kraft gleich dem Produkt  $\mu \cdot \frac{dN}{dt}$  oder, wenn  $\mu$  als konstant betrachtet werden kann, gleich dem Differentialquotienten nach der Zeit von  $\mu \cdot N = \mu \cdot q \cdot \mathfrak{H}$ , wenn  $q$  der Flächeninhalt der Windung und  $\mathfrak{H}$  die Feldstärke ist.

Man nennt dieses Produkt den magnetischen Kraftfluß durch die Fläche  $q$  und das Produkt  $\mu \cdot \mathfrak{H}$  als Kraftfluß durch die Flächeneinheit die Kraftflußdichte  $\mathfrak{B}$ . Dann hat man in der Beziehung  $\mathfrak{B} = \mu \cdot \mathfrak{H}$  ein Gegenstück zu der früheren  $\mathfrak{D} = \epsilon \cdot \mathfrak{E}$  zwischen Ladungsdichte und elektrischer Feldstärke.

Eine wichtige Anwendung des Induktionsgesetzes wird bei der Selbstinduktion gemacht. Ändert sich in einem Stromkreise, der in ein Medium der Permeabilität  $\mu$  eingebettet ist, die Stromstärke, so ist in jedem Augenblicke die induzierte elektromotorische Kraft gleich  $\mu \cdot \frac{dN}{dt}$  oder, da  $N$  der Stromstärke  $i$  proportional ist, auch gleich  $L \cdot \frac{di}{dt}$  Volt, wo der Proportionalitätsfaktor  $L$  für  $\mu = \mu_0$  nun als Selbstinduktionskoeffizient des Stromkreises bezeichnet wird. Er ist nach seiner Definition gleich der elektromotorischen Kraft in Volt, die in ihm induziert wird, wenn die Stromstärke sich je Sekunde um 1 Ampere ändert. Bezüglich der Größenordnung der so definierten Einheit von  $L$ , des Henry, genügt wohl die Mitteilung, daß sie unbequem groß ist und deshalb

dafür gewöhnlich der 1000. Teil, das Millihenry, genommen wird. Zur Veranschaulichung kann das Beispiel aus der Elektrizitätslehre von KAUFMANN herangezogen werden, daß  $L$  bei einer Spule von 5 cm Durchmesser und 22 cm Länge mit 300 Windungen in Luft gerade gleich 1 Millihenry ist<sup>1</sup>.

Daß die Energie des magnetischen Feldes eines Stromkreises mit dem Selbstinduktionskoeffizienten  $L$  bei der Stromstärke  $i$  gleich  $\frac{1}{2} L \cdot i^2$  ist, wird in der üblichen Weise an den Begriff der Selbstinduktion angeschlossen<sup>2</sup> und bietet keine Schwierigkeit, wenn man von dem JOULESchen Gesetze und der Tatsache Gebrauch macht, daß die Arbeitsleistung eines Stroms der Stärke  $i$  in einem Leitungsstück mit der Potentialdifferenz  $e$  an den Enden in der Zeit  $t$  gleich  $e \cdot i \cdot t$  ist. Diese Gesetzmäßigkeit ist deshalb von hervorragender Bedeutung, weil sie den Zusammenhang zwischen den elektrischen und mechanischen Begriffen herstellt. Sie ist außerdem wieder ein Beispiel dafür, von welchem Nutzen eine Analogie in der Elektrizitätslehre sein kann. Es handelt sich dabei um die zwischen dem Potentialunterschied und der Fallhöhe eines Flüssigkeitsstromes. Aus ihr ergibt sich die Vermutung, daß die Stromarbeit in einem Leitungsstück dem Produkt  $e \cdot i \cdot t$  proportional ist, was durch Versuche bestätigt wird, die für das JOULESche Gesetz üblich sind, indem die von dem Strom in einem Kalorimeter erzeugte Wärme gemessen wird<sup>3</sup>. Der Proportionalitätsfaktor wird etwa mit der bekannten GRIMSEHLSchen Glühlampe zu 0,24 Kalorien =  $10^7$  Erg = 1 Joule bestimmt, so daß die Stromleistung  $e \cdot i$  Watt beträgt, wo  $e$  in Volt,  $i$  in Ampere gemessen ist. Damit ist zugleich der Zusammenhang der Einheiten Volt und Ampere klargestellt.

Wenn also die Elektrizitätsmenge  $i \cdot t = Q$  Coulomb um eine Spannungsdifferenz  $e$  herabsinkt, vermag sie eine Arbeit von  $e \cdot Q$  Joule zu leisten, und wenn man bedenkt, daß die Arbeit gleich dem Produkt aus Kraft und Weg und der Quotient aus der Spannungsdifferenz und dem Wege gleich der Feldstärke ist, so kann man den allerdings etwas kühnen Schluß ziehen, daß die Kraft, die auf eine Ladungsmenge  $Q$  an einer Stelle des elektrischen Feldes mit der Feldstärke  $\mathfrak{E}$  ausgeübt wird, proportional zu dem Produkt  $\mathfrak{E} \cdot Q$  und die längs einer Kraftlinie und der Spannungsdifferenz  $e$  geleistete Arbeit gleich  $e \cdot Q$  Joule ist.

Dann ist aber die Energie in dem elektrischen Felde eines Kondensators mit der Ladung  $Q$  Coulomb und dem Potential  $P$  Volt in bekannter Weise leicht zu  $\frac{1}{2} Q \cdot P$  Joule zu bestimmen, indem man die Ladung der Kollektorplatte in kleinen

<sup>1</sup> MÜLLER-POUILLET: Lehrbuch der Physik, 10. Aufl., Bd. 4, S. 774.

<sup>2</sup> Vgl. z. B. POHL, R.: Einführung, I. Aufl., S. 106 oder H. A. LORENTZ: Lehrbuch der Physik, Bd. 2, S. 501.

<sup>3</sup> MÜLLER-POUILLET: Lehrbuch der Physik, 10. Aufl., Bd. 4, S. 470.

Portionen  $\Delta Q$  nach der Kondensatorplatte übergeführt denkt, was auf dasselbe hinauskommt, als wenn man die Gesamtladung  $Q$  auf einmal auf das mittlere Potential  $\frac{P}{2}$  sinken läßt.

Hiermit dürfte im wesentlichen erledigt sein, was als Grundlage für die Anwendungen auf der Schule in Betracht kommt. Vom höheren Standpunkt aus ist der im vorhergehenden entwickelte Lehrgang unvollständig. Die klassische Lehre des Magnetismus und der Elektrizität kann ja als in den MAXWELLSchen Gleichungen zusammengefaßt gedacht werden. In unserem Lehrgange ist nur der einfachste Fall der zweiten dieser Gleichungen, das Induktionsgesetz für Leitungsströme enthalten. Die Erweiterung auf Verschiebungsströme und das erste MAXWELLSche Gesetz, also der eigentliche Kern der MAXWELLSchen Theorie und damit die großartige Symmetrie und Abrundung, die sie der Elektrizitätslehre verleiht, sind in ihm nicht enthalten. Aber ich bin der Meinung, daß wir der Schule gegeben haben, was ihr zukommt, und der Hochschule das ihrige überlassen. Wer den geschilderten Lehrgang hinter sich hat, wird sich in einen akademischen, wie den des POHLSchen Buches, leicht hineinfinden. Wie schon anfangs bemerkt, hat er nicht die Absicht, den Anfänger sofort in die Nahwirkungs- oder Feldtheorie einzuführen, sondern er befolgt den historischen Gang, indem er von der elektrischen Substanz und ihren scheinbaren Fernwirkungen ausgeht und in die Feld- und Nahwirkungslehre auf der Oberstufe einmündet. Dabei werden dem Schüler vertraute

Begriffe der Mechanik und Wärmelehre als wichtige Stützpunkte benutzt und einige Analogien aus der Wärmelehre und der von den Flüssigkeitsströmungen als wegweisende Hilfsmittel herangezogen. Wie in der alten Lehre wird mit der Elektrostatik und der Reibungselektrizität begonnen, neben diese aber alsbald die von der Steckdose her gewonnene gestellt und der elektrische Strom bald in den Kreis der Untersuchungen mit einbezogen. Außerdem wird die Substanzlehre reformiert, indem von vornherein atomistische Vorstellungen benutzt werden und dem verschiedenen Verhalten der positiven und negativen Teilchen bei Leitern 1. Klasse Rechnung getragen wird, so daß der Strom in diesen als Elektronenbewegung nur einer Richtung erscheint.

Als Einheiten werden nach dem Vorgange von MIE und POHL von Anfang an die des praktischen Maßsystems benutzt und der Zusammenhang dieses mit dem elektrostatischen und elektromagnetischen System sowie diese selbst beiseite gelassen, wodurch auch gewisse Grundgesetze der alten Darstellung wie das von COULOMB und BIOT-SAVART in den Hintergrund treten. Damit steht in Verbindung, daß die bei der alten Darstellung nicht selten zu mathematisch-theoretische Form zugunsten einer empirischen und mehr experimentellen verlassen wird. Doch ist der entwickelte Lehrgang bemüht, die experimentellen Hilfsmittel auf das zu beschränken, was man bei einer höheren Schule billigerweise fordern darf, und auch in dieser Beziehung eine vermittelnde Stellung zwischen der alten und neuen Darstellung einzunehmen.

### Neu erschienene Bücher und Schriften.

**Triumph der Mathematik.** Hundert berühmte Probleme aus zwei Jahrtausenden mathematischer Kultur. Von HEINRICH DÖRRLE. VII und 386 S., mit 112 Figuren. Breslau 1933, Verlag von Ferdinand Hirt. Preis geh. RM 7,—; geb. RM 9,—.

Die in der vorliegenden Sammlung behandelten Aufgaben sind in folgende Abschnitte geordnet: Aufgaben aus der Arithmetik und Analysis, aus der Planimetrie, insbesondere aus der Lehre der Kegelschnitte und der Zykloiden, stereometrische, nautische und astronomische Aufgaben, Extreme. Einige Aufgaben, die im Unterricht oft berührt werden, von denen auch die eine oder andere eingehend besprochen werden kann, sollen besonders genannt werden. Man findet die Würfelveerdopplung, die Dreiteilung des Winkels, das regelmäßige Siebzehneck, Konstruktionsaufgaben über Kegelschnitte, die stereographische Projektion, die Merkatorkarte, die Loxodrome, GAUSS' Zwei- und Dreihöhenproblem, die Sonnenuhr, STEINERS Kreis- und Kugelproblem (größter Inhalt bei gegebener Begrenzung, kleinste Begrenzung bei gegebenem Inhalt). Sehr schön ist die Ableitung der unendlichen Reihen für die transzendenten Funktionen; von der TAYLORschen Reihe wird hierbei nicht Gebrauch gemacht, gemeinsamer Ausgangspunkt ist der Begriff des

Mittelwertes einer Funktion in einem Intervall. Daß weiterhin der Fundamentalsatz der Algebra (Beweis nach ARGAND-CAUCHY), ABELS Unmöglichkeitssatz, der Beweis der Transzendenz von  $e$  und  $\pi$  und der Fundamentalsatz der Axonometrie nicht fehlen, ist nach dem Titel des Buches selbstverständlich. Diese Auswahl zeigt, daß neben den großen Problemen auch spezielle Aufgaben, „mathematische Miniaturen“, Aufnahme gefunden haben.

Der Behandlung der einzelnen Probleme werden im allgemeinen historische Bemerkungen vorangeschickt. Von verschiedenen Lösungswegen ist stets der einfachste gewählt; bei längeren Entwicklungen sind die einzelnen Schritte klar getrennt, der wesentliche, die Lösung ermöglichende Gedanke ist überall scharf herausgearbeitet. Vorausgesetzt wird nur die Kenntnis der Elementarmathematik, Sätze der Differential- und Integralrechnung werden nicht benutzt.

Man wird dem Verfasser für seine Arbeit dankbar sein.

Dr. Pohlmeier.

**Vierstellige Tafeln der Kreis- und Hyperbelfunktionen,** sowie ihrer Umkehrfunktionen im Komplexen berechnet und erläutert von ROBERT HAWELKA. Im Auftrage des Elektrotechnischen

Vereins E. V. in Berlin herausgegeben von FRITZ EMDE. Druck von Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig. V und 109 S.

Die vorliegenden Tafeln sollen in erster Linie die Ausführung numerischer Rechnungen aus der Wechselstrom- und Fernmeldetechnik erleichtern. Sie enthalten die Funktionswerte in 4 Haupttafeln. Die erste bringt die Funktion  $w = \sin z = \sin(x + yi)$ ; die Werte  $w$  werden durch ihren Betrag  $s$  und ihre Abweichung  $\sigma$  gegeben, und zwar für den Streifen der  $z$ -Ebene, der durch  $0 \leq x \leq 1$  und  $0 \leq y \leq \infty$  bestimmt ist. Dabei ist als Einheit für die Winkelgrößen  $x$  und  $\sigma$  der rechte Winkel gewählt, da man so am bequemsten vom ersten Quadranten auf die anderen übergehen kann.  $x$  wächst in Schritten von der Größe 0,02, dasselbe gilt für die Werte von  $y$ , die kleiner als 1 sind; für die größeren Werte enthält die Eingangsleiste die reziproken Werte von  $y$ , abnehmend in Schritten von 0,02. Für die Interpolation sind die Differenzen benachbarter Funktionswerte angegeben. Aus derselben Tafel sind die Werte der Kosinusfunktion und des hyperbolischen Sinus und Kosinus zu entnehmen. Die zweite Tafel bringt die zugehörigen Umkehrfunktionen, die dritte und vierte die Tangens- und Kotangensfunktion und die entsprechenden Hyperbelfunktionen mit ihren Umkehrungen. Diese Tafeln sind im wesentlichen wie die erste eingerichtet.

Es folgen ausführliche Erläuterungen in deutscher, englischer und französischer Sprache; man erfährt aus ihnen, wie die Tafeln berechnet worden sind, und wird durch zahlreiche Beispiele in ihren Gebrauch eingeführt. Sehr schöne Figuren zeigen die von den Funktionen vermittelten konformen Abbildungen; sie geben einen guten Überblick, gestatten die Funktionswerte auf 2 Dezimalen abzulesen und ermöglichen so eine Kontrolle. Sie befinden sich mit anderen Kontrollmitteln und Hilfstabellen in einem herausnehmbaren Heft, so daß sie gleichzeitig mit der Haupttafel betrachtet werden können. Die Verfasser haben sich in jeder Weise bemüht, das Arbeiten mit den Tafeln sicher und bequem zu gestalten.

Die Bezieher dieser Zeitschrift können das hervorragende Werk zu dem Vorzugspreis von RM 9,— für Inländer, RM 10,— für Ausländer von der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 33, erhalten.  
*Dr. Pohlmeier.*

**Grimsehl's Lehrbuch der Physik** zum Gebrauch beim Unterricht, neben akademischen Vorlesungen und zum Selbststudium. Erster Band: Mechanik, Wärmelehre, Akustik. 7. Aufl. 1929. Zweiter Band, erster Teil: Elektromagnetisches Feld, Optik. 6. Aufl. 1932; vollständig neu bearbeitet von Dr. R. TOMASCHEK, Prof. a. d. Universität Marburg a. L. Verlag B. G. Teubner, Leipzig und Berlin.

Bd. 1: VIII u. 700 S., 706 Abb. Geb. RM 19,80. Bd. 2, 1. Teil: VIII u. 899 S., 1162 Abb. Geb. RM 26,—. Angekündigt Bd. 2, 2. Teil: Der Aufbau der Materie; etwa 400 S. RM 17,—.

Den vorliegenden beiden Bänden der neuen Bearbeitung kann man das Zeugnis geben, daß Sorgfalt und glückliche Hand sich zu dieser Leistung vereinigt haben. Daß man im einzelnen auch einige Mängel finden kann, ist bei einem so umfassenden Buch unvermeidlich. Die Aufzählung davon gehört nicht hierher.

Das Buch ist nun trotz aller Einsparungen an entbehrlich Gewordenem auf drei Bände angeschwollen. Der Bearbeiter hat die äußere Notwendigkeit der Aufteilung zum Anlaß genommen, auch den Inhalt anders als früher einzuteilen, wodurch jeder Band fast schon ein in sich geschlossenes Werk geworden ist.

GRIMSEHL'S Lehrbuch erschien in erster Auflage 1909. Die Sicherheit und Klarheit der Darstellung wies es aus als das Ergebnis langjähriger und wiederholter Durcharbeitung. Seine Entstehung fällt also in eine Zeit, wo man meinte und meinen konnte, daß der wissenschaftliche Rahmen, den die weitere Forschung auszufüllen habe, im wesentlichen fertig und zuverlässig sei. In der Zwischenzeit hat unser physikalisches Weltbild ein völlig anderes Gesicht bekommen und den Wert unserer alten Vorstellungen vielfach in Frage gestellt. Man denkt unwillkürlich: Kann für die Darstellung eines so umgewandelten Stoffes noch ein Buch die Grundlage abgeben, das auf den alten Vorstellungen beruht?

Vergleicht man mit der neuen Auflage die erste und die noch von GRIMSEHL'S Hand herführende dritte, so sieht man mit Staunen und (ich wenigstens) mit Freude, wieviel vom „alten, lieben Grimsehl“ erhalten geblieben ist. Und es hält der Prüfung stand, stellt nicht etwa Kleben am Hergebrachten dar. GRIMSEHL faßte das Neue, das seine Zeit brachte, wohl mit der ihm eigenen Lebhaftigkeit auf, aber seine große Arbeitskraft und Darstellungskunst wandte er immer wieder den Grundlagen zu. Daß er dies als die wesentliche Aufgabe des Unterrichtes erkannte, es als eine vollwertige Aufgabe für seine überragende Begabung ansah, machte sein Werk haltbar und sturmfest.

Bei der neuen Auflage kommt aber schließlich weniger darauf an, wieviel vom alten Text und den alten Bildern erhalten blieb, als darauf, ob das Neue in seinem Sinne dargestellt ist. Gerade bei GRIMSEHL muß man dies betonen; hat er doch nie gezaudert, mühsam Erarbeitetes zu verwerfen, sobald er einen besseren Weg der Darstellung gefunden hatte. Die nur 5 Jahre nach der ersten erschienenen dritte Auflage legt in ihrem ersten Bande hiervon Zeugnis ab, mehr aber noch die vielen Aufsätze GRIMSEHL'S in Zeitschriften. Wenn der angekündigte dritte Band in der Auswahl des Gebotenen, in hinreichender Ausführlichkeit des Grundlegenden und in rechter Beschränkung bezüglich der Einzelheiten sich auf der gleichen Linie hält, wie die vorliegenden beiden Bände, so darf man den Bearbeiter beglückwünschen und ihm danken, daß er ein Werk, das sich so viele Freunde erworben hat, mit liebevoller und fester Hand in Pflege genommen hat.

Möge das in GRIMSEHLS Geiste weiter entwickelte Buch nun auch in seinem Sinne benutzt werden! Im Vorwort zur ersten Auflage, in dem er schildert, an welcher Gestaltung des Unterrichtes sein Buch erwachsen ist, sagt er warnend: „Ich denke nicht daran, daß es möglich ist, selbst mit einer hervorragend guten Schüलगeneration die Physik auch nur annähernd in dem Umfang zu behandeln, wie es hier im Lehrbuche geschehen ist“. Im Vorwort der dritten Auflage hebt er hervor, „daß er das Buch noch mehr als früher den Bedürfnissen des fortgeschrittenen Studiums angepaßt habe“. Lassen wir uns doch ja von GRIMSEHL warnen! Wir haben schon Schulphysikbücher, die sich vom großen Handbuch fast nur noch dadurch unterscheiden, daß sie schwerer verständlich sind. So darf es nicht weitergehen! Nehmen wir den GRIMSEHL-TOMASCHEK als Anleitung für unseren Unterricht, so heißt die Aufgabe nicht: wie zwänge ich denselben Stoff auf den sechsten Teil Papier? sondern: Das Einführende und Grundlegende aus diesem Buch braucht der Schüler unbedingt und in mindestens gleicher Breite, alles übrige muß im Schulunterricht wegbleiben!

Vn.

#### Elementare Einführung in die Wellenmechanik.

Von KARL K. DARROW, New York und E. RABINOWITSCH, Göttingen. 2. Aufl. 110 Seiten und 4 Abbildungen. Leipzig: S. Hirzel 1932. Kart. RM 5,—.

Die erste Auflage dieser elementaren Einführung in die Wellenmechanik ist bereits in dieser Zeitschrift 44, 280; (1931) gewürdigt worden, es genügt daher, auf die Änderungen und Verbesserungen in dieser neuen Ausgabe hinzuweisen. Die ersten 80 Seiten des Buches, die von DARROW stammen, sind unverändert übernommen worden. Das ist durchaus zu begrüßen, da die besondere Begabung DARROWS, schwierige Gedankengänge klar und einfach darzustellen, kaum übertroffen werden kann, und überdies der Inhalt zum festen Bestand der Wellenmechanik gehört, also kaum veraltet. Der von RABINOWITSCH stammende Teil des Buches, der die statistische Interpretation der wellenmechanischen Gleichungen und die Anwendung der Wellenmechanik auf Mehrkörperprobleme enthält, ist gegenüber der ersten Auflage wesentlich verbessert und ergänzt worden. Besonders erwähnt sei der kurze Hinweis auf die Kernphysik, wenn auch eine ausführlichere Darstellung des Satzes von der Durchlässigkeit der Potentialschwellen bei dessen grundlegender und umfassender Bedeutung wohl erwünscht gewesen wäre. Das Buch kann als erste Einführung in die Wellenmechanik Studierenden und Naturwissenschaftlern, soweit sie wenigstens die allerwichtigsten Grundgedanken der Wellenmechanik kennen lernen wollen, bestens empfohlen werden.

Hiedemann.

**Elektrische Gasentladungen.** Ihre Physik und Technik. Von A. v. ENGEL und M. STEENBECK. Bd. 1. Grundgesetze. VII, 248 Seiten, mit 122 Abbildungen und 30 Tabellen. Berlin: Julius Springer 1932. Brosch. RM 24,—; geb. RM 25,50.

In den bekannten Lehrbüchern von THOMSON, SEELIGER und LOEB, sowie den Artikeln in den verschiedenen Handbüchern, wie schließlich auch in dem ausgezeichneten Bericht von K. T. COMPTON und J. LANGMUIR in der Review of Modern Physics (dessen Lektüre allerdings durch die unangenehm wirkende unzureichende Würdigung der deutschen Literatur beeinträchtigt ist) wird das Hauptgewicht auf die Verbindung zwischen den Erscheinungen der Gasentladungen und den atomphysikalischen Ergebnissen gelegt. Für den technischen Physiker sind diese zum Teil sehr komplizierten und keineswegs befriedigend aufgeklärten Zusammenhänge weniger wichtig als die Kenntnis der experimentellen und theoretischen Ergebnisse, welche für die technische Beherrschung der Gasentladungen Wichtigkeit haben. Es werden daher in diesem ersten Bande die Gesetze der Erzeugung, Bewegung und Vernichtung von Ladungsträgern behandelt. Nach einer Darstellung der Arten der Ladungsträger und ihrer Erzeugung wird auf die Stoßgesetze eingegangen. Es folgen eingehende Abschnitte über die Ionisierung durch Elektronenstrahlen, Ionenstrahlen und durch Photonen sowie über thermische Ionisierung und Erzeugung von Ladungsträgern durch elektrische Felder und über Ionisierung an Grenzflächen. Bei der Bewegung von Ladungsträgern wird zuerst auf die Bewegung durch das Vakuum, dann auf die durch den Gasraum eingegangen. Es folgen: Diffusion von Ladungsträgern im feldfreien Raum; Bewegung in einem elektrischen Feld, im Magnetfeld und endlich Schwingungen von Ladungsträgern (Plasmenschwingungen). Im dritten Teil wird über die Vernichtung von Ladungsträgern berichtet: Trägervernichtung an den Elektroden, Adsorption an den Wänden und Wiedervereinigung. In einem Anhang wird noch einiges für die Gasentladungen Wichtige aus der kinetischen Gastheorie ausgeführt. Die Verfasser haben sich bemüht, diese übersichtliche und scharf gegliederte Darstellung in einer möglichst anschaulichen und zahlenmäßig verwertbaren Form zu geben, was ihnen auch bestens gelungen ist. Große Anerkennung verdienen die zahlreichen Tabellen und Abbildungen und ganz besonders die Wahl solcher Kurvenmaßstäbe, daß eine bequeme Interpolation mit dem Zentimetermaß möglich ist. Das Buch bedeutet eine wertvolle Bereicherung der Gasentladungsliteratur und wird vor allem den technisch interessierten Physikern sehr willkommen sein. Dem zweiten Bande, der die technischen Anwendungen und auch ein ausführliches Literaturverzeichnis bringen soll, wird man gerade bei dem Gesichtspunkt, worunter das Buch geschrieben ist, besondere Erwartung entgegenbringen.

Hiedemann.

**Radioaktivität.** Von K. PRZIBRAM. (Band 317 der „Sammlung Göschen.“) 141 Seiten, 31 Fig. und 16 Tabellen. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1932. Geb. RM 1,62.

Bei der großen Bedeutung, welche die Radioaktivität in vielfacher Hinsicht gewonnen hat, liegt sicher ein Bedürfnis nach einer Einführung

in dieses Gebiet vor, die für weitere Kreise geeignet ist. Dem bekannten Verfasser ist es aufs glücklichste gelungen, eine kurze und doch umfassende, sehr klare Darstellung seines Fachgebietes zu geben, wofür ihm Studierende, die sich etwas eingehender über die Radioaktivität unterrichten wollen, ohne gleich zu einem größeren Spezialwerk zu greifen, sehr dankbar sein werden. Chemiker und vor allem Mediziner, die das für sie so wichtige Nachbargebiet näher kennen lernen wollen, werden es gewiß nicht tadeln, daß der Aufwand an Mathematik auf ein Mindestmaß beschränkt ist. Das inhaltreiche Bändchen stellt zunächst das Wesen der Radioaktivität dar und geht dann ausführlich auf die Strahlungen der radioaktiven Stoffe ein. In weiteren Kapiteln werden Meßmethoden behandelt und eine Systematik der radioaktiven Elemente gegeben. Im letzten Kapitel wird über die Verbreitung der radioaktiven Stoffe auf der Erde berichtet, sowie über Bedeutung und Anwendung der Radioaktivität in Wissenschaft und Praxis. Es folgen in einem Anhang 16 Tabellen, die dem Standpunkt von 1932 entsprechen und das Buch auch für den Fachmann wertvoll machen. Hier sei besonders die schöne und nützliche Tabelle für die Funktion  $e^{-\lambda t}$  erwähnt, die bei allen Absorptions- und Zerfallsberechnungen als sehr arbeitsparend begrüßt werden wird. Das Bändchen, dessen niedriger Preis einem jeden die Anschaffung ermöglicht, sei allen Naturwissenschaftlern bestens empfohlen.

Hiedemann.

#### Die lichtelektrische Zelle und ihre Herstellung.

Von Dr. rer. techn. RICHARD FLEISCHER und Dr. ing. HORST TEICHMANN, Assistenten am physikalischen Institut der Technischen Hochschule zu Dresden. Mit einer Einführung von Dr. H. DEMBER, Professor der Physik an der Technischen Hochschule zu Dresden. Mit 201 Abbildungen und 29 Tabellen. 175 Seiten. Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopff 1932. Preis geh. RM 12,—; geb. RM 13,20.

Die infolge der Elektronenverstärkerröhre möglich gewordene praktische Anwendbarkeit von lichtelektrischen Effekten aller Art hat die Forschung innerhalb des letzten Jahrzehnts zu umfangreichen Arbeiten auf diesem Gebiete veranlaßt, so daß sich in diesem kurzen Zeitraum ein großes physikalisch-technisches Sondergebiet entwickelt hat. Die sog. „Photozelle“ findet heute als unentbehrliches Glied vielfache Benutzung, z. B. im Tonfilm, in der Bildübertragung zu Druck- und Fernsehwecken, in zahlreichen Aufgaben der messenden Physik; in der Astronomie hat ihre Anwendung zur Feststellung von Sternhelligkeiten zu sehr bedeutsamen Ergebnissen geführt. Alle diese Verwendungszwecke verlangen eine genaue Kenntnis des Zellenmaterials und seiner Emissionsfähigkeit in der Abhängigkeit von der Intensität und Wellenlänge des auffallenden Lichtes, zu deren Festlegung die meisten Arbeiten entstanden sind, die also in der Regel einen experimentellen Charakter besitzen. Die Theorie der lichtelektrischen Erscheinungen ist

vielfach noch nicht genügend geklärt; die Materialuntersuchungen mit dem oben angegebenen Ziel dagegen haben eine sehr lohnende Ausbeute ergeben. FLEISCHER und TEICHMANN haben es in ihrem Buch unternommen, eine sehr große Zahl Veröffentlichungen, deren Thema und Verfasser in einem Anhang angegeben sind, zusammenzustellen und zu ordnen. — Im ersten Kapitel, inhaltlich das wichtigste und dem Umfang nach das größte, wird der sog. äußere lichtelektrische Effekt behandelt. Nach einer kurzen theoretischen Übersicht wird der Einfluß der Gasbeladung auf die Alkalikathoden ausführlich besprochen, dann werden die Herstellungsmethoden der Zellen und die Sensibilisierungsverfahren beschrieben. Am Schluß des Kapitels finden sich die verschiedensten Ausführungsformen der Zellen, wie sie von den einzelnen Fabrikanten geliefert werden. Das Wesen des äußeren lichtelektrischen Effekts zu besprechen erübrigt sich, da hierüber bereits eine nähere Erläuterung in dieser Zeitschrift<sup>1</sup> erschienen ist. Unter dem äußeren lichtelektrischen Effekt versteht man die Auslösung von freien Elektronen, die dann im Hochvakuum unter Benutzung einer Spannung in einem gerichteten Felde Beschleunigung erfahren; in der Regel wird heute eine Edelgasfüllung der Zellen bei niederem Druck (0,1 bis 0,3 mm Hg) in Anwendung gebracht, wobei durch Stoßionisation der Elektronenstrom eine starke Zunahme erfährt (innere Verstärkung). Im Gegensatz zum äußeren lichtelektrischen Effekt wird mit innerem lichtelektrischen Effekt ein Abspaltungsvorgang von Elektronen bezeichnet, die nicht die nötige Geschwindigkeit erhalten, um die Oberfläche des bestrahlten Körpers zu verlassen. In der Erkenntnis dieser Tatsache liegt die Aufklärung der bereits seit vielen Jahrzehnten bekannten Erscheinungen, daß gewisse Stoffe bei Bestrahlung ihren Widerstand ändern. Hierher gehört vor allem das Selen und das Thalliumsulfid (Thallofid), dessen Lichtempfindlichkeit T. W. CASE 1917 entdeckte. Mit der Theorie und dem praktischen Aufbau der Selen- und Thallofidzellen beschäftigt sich das zweite Kapitel des Buches. Ein weiteres sehr kurzes Kapitel ist dem sog. Becquereffekt gewidmet, einer schon 1839 von E. BECQUEREL beobachteten Erscheinung, daß bei Belichtung einer von zwei in einen Elektrolyten tauchenden Elektroden Potentialdifferenzen auftreten; die Erklärung wurde geraume Zeit in rein chemischen Ursachen gesucht, und erst A. GOLGMANN gab eine lichtelektrische Deutung. L. BERGMANN hat diesen Effekt der Konstruktion eines Dosimeters zur Messung der Intensität ultravioletter Strahlung zugrunde gelegt, und neuerdings wird er bereits zur Konstruktion von Photozellen für Tonfilmapparaturen benutzt. Der vierte Abschnitt des Buches behandelt den sog. Sperrschichtphotoeffekt, dem in der Zukunft offenbar noch eine große Bedeutung zufallen wird. Sein Prinzip ist ebenfalls bereits in dem erwähnten Aufsatz behandelt. Es mag das dort Gesagte auf Grund des vorliegenden Werkes noch etwas

<sup>1</sup> Vgl. 45, 126 (1932).

ergänzt werden. Die Umwandlung von Lichtenergie in elektrische Energie an Grenzschichten zwischen Metallen und unipolaren Halbleitern ist schon lange bekannt, doch ist die Erscheinung erst in jüngster Zeit fast gleichzeitig und unabhängig voneinander von W. SCHOTTKY und B. LANGE genau untersucht und gewissermaßen wieder entdeckt worden. LANGE teilt die Konstruktion einer Photozelle mit, die aus Kupfer mit aufgewachsener Oxydulschicht und einer aufgedampften durchsichtigen Elektrode besteht. W. SCHOTTKY gibt eine befriedigende Erklärung des Photoeffektes. Er untersucht die Grenzschicht zwischen Kupfer und Kupferoxydul und findet, daß sie für einen Übergang vom Oxydul zum Kupfer sperrend wirkt. Durch auffallendes Licht müssen in einer solchen Kombination von Metall und unipolarem Leiter Elektronen ausgelöst werden, denen als Weg zur Rückkehr zur Substanz, in der sie ausgelöst worden sind, ein äußerer Stromkreis zur Verfügung gestellt werden kann. Von SCHOTTKY stammt die Bezeichnung Sperrschichtphotoeffekt; die den äußeren Strom bildenden Elektronen haben ihren Ursprung im Kupferoxydul. — In dieser ersten Form der Zelle muß das Licht die Oxydulschicht durchsetzen, um bis zur Sperrschicht zu gelangen, wobei naturgemäß viel Licht absorbiert wird. Im Gegensatz zu diesen „Hinterwandzellen“ verlegt man in den „Vorderwandzellen“ die Sperrschicht zwischen Gegenelektrode und Oxydul und erreicht so eine weit größere Ausnutzung des Lichtes und damit eine größere Wirkung. Der Sperrschichteffekt tritt auch an Kombinationen anderer Leiter auf, so haben LANGE und BERGMANN Selenperschichtphotozellen konstruiert. Wegen ihrer großen Kapazität können Sperrschichtphotozellen nicht zur Wiedergabe von Wechselvorgängen benutzt werden (Tonfilm, Bildübertragung), dagegen werden sie zu Photometrierzwecken viel gebraucht. Am Schluß des Buches findet sich noch eine längere Bemerkung über den von H. DEMBER entdeckten Kristallphotoeffekt.

Jedem Kapitel haben FLEISCHER und TEICHMANN eine kurze Übersicht unter dem Namen „Grundsätzliches“ vorangestellt, was sehr zu begrüßen ist, weil der Endzweck der dann folgenden umfangreichen Einzeluntersuchungen sicherlich oft nur dem Kenner klar werden wird; das Buch ist eben als reines Forschungsbuch gedacht. Ein Sach- und Autorenregister gibt willkommene Möglichkeit zum schnellen Zurechtfinden bei Einzelfragen.

F. Moeller.

**Geschichte der Magnetnadel bis zur Erfindung des Kompasses (gegen 1300).** Von EDMUND O. VON LIPP MANN. Quellen und Studien zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin. Bd. 3, H. 1. 49 Seiten. Berlin: Julius Springer 1932. Preis RM 6,80.

Aus dem reichen Schatz der geschichtlichen Kenntnisse, den v. LIPP MANN mit einem Fleiß ohnegleichen während eines langen Lebens zusammengetragen hat, faßt er in dieser Schrift

das Wissenswerteste über die Magnetnadel zusammen und kommt dabei zu folgenden Schlüssen:

Die Kenntnis der Magnetnadel ist in China nicht vor dem 11. Jahrhundert nachzuweisen. Weder die eingeborenen Inder, noch die Griechen und Römer der alten und hellenistischen Zeit, noch die Byzantiner des frühen Mittelalters wußten etwas von der Magnetnadel. Auch die Araber erfanden sie nicht selbständig. In Europa ist die Anwendung der Magnetnadel als Seeweiser und im Bergbau um 1200 schon gut bekannt, auch Schriftstellern und Dichtern. In Nord-europa wurde die Magnetnadel vermutlich in frühmittelalterlicher Zeit selbständig entdeckt und durch die Normannen verbreitet.

R. Winderlich.

**Die Grundlagen unserer Zeitrechnung.** Von A. BARNECK. Math.-Physik. Bibl. Bd. 29. Zweite Auflage. 49 Seiten, 9 Figuren. Leipzig und Berlin: B. G. Teubner 1932. Kart. RM 1,08.

Das gegen die erste Auflage (1918) im einzelnen verbesserte Heft gibt in einfacher und anschaulicher Weise Auskunft über Sternzeit, Sonnenzeit und bürgerliche Zeit. In diesen drei Hauptabschnitten wird die Einteilung des Tages in Stunden behandelt, nicht aber das Kalenderwesen. Das Heft ist für den Schüler verständlich, wird aber auch dem Lehrer eine willkommene Hilfe sein. Auf Seite 2 ist zu berichten, daß Sirius negative Deklination hat. Die Einzelabschnitte behandeln: Das Himmelsgewölbe, Bestimmung der Lage eines Sternes, den täglichen Kreislauf der Gestirne, Sternzeit, wahre Sonnenzeit, Sonnenuhr, Veränderlichkeit der Deklination der Sonne und ihre Folgen, die Ekliptik, mittlere Sonnenzeit, Ortszeit, Zonenzeit, Datumgrenze, Uhren und Zeitsignale, Sommerzeit. Vn.

**Bericht über Ausrüstung, Apparaturen und Lehrmittel für den naturwissenschaftlichen Unterricht an den höheren Schulen des Staates Massachusetts.** Von N. H. BLACK. 47 Seiten mit 21 Abbildungen. (The Commonwealth of Massachusetts Bulletin of the Department of Education.)

Der Verfasser behandelt in seinem Berichte die Ausrüstung einer Anzahl Schulen im Staate Massachusetts und stellt an Hand dieser Untersuchungen Möglichkeiten für Verbesserungen fest.

In kleinen Schulen mit weniger als 200 Schülern glaubt er mit einem einzigen Raum für alle Naturwissenschaften auskommen zu können (Physik, Chemie, Biologie und allgemeine Naturkunde). Die Belegstärke der Klassen will er auf jeden Fall unter 20 halten, da sonst ein erfolgreicher Unterricht nicht gewährleistet werden kann, besonders bei praktischen Arbeiten der Schüler. Großen Wert legt Verfasser besonders auf einen Nebenraum, wo der Lehrer Versuche vorbereitet, die Möglichkeit zum Basteln und Bauen von Apparaten hat und die Gerätschaften für den Unterricht unterbringen kann.

An größeren Schulen empfiehlt er zwei Räume, einen für Physik und Chemie, den anderen für Biologie und allgemeine Naturkunde. Er gibt

einige Beispiele für gute Unterrichtsräume in Form von Plänen und Ansichten. Interessant ist die fast allgemein durchgeführte Teilung des Raumes in eine Unterrichtshälfte und eine Übungshälfte. Das Gestühl für die Schüler steht im geschlossenen Block vor einer Reihe von Laboratoriumstischen, an denen meist je vier Schüler arbeiten. Sehr beliebt scheinen Tische mit Mittelausguß zu sein, an die man von jeder Seite heran kann.

Bei einer Vergleichung mit europäischen Schulräumen muß Verfasser feststellen, daß die amerikanischen Schulen diesen gegenüber mehrere Mängel aufzuweisen haben. Er gibt als ein Beispiel das Dorotheenstädtische Realgymnasium in Berlin an und bietet dafür 3 Abbildungen. Besonders auffällig sei der reichliche Raum für die Unterbringung von Apparaten, der europäischen Schulen zur Verfügung steht, sodann die Möglichkeit für den Lehrer, sich im Vorbereitungsraum durch Ausprobieren neuer Versuche weiterzubilden, wobei ihm reichliche Hilfsmittel an Werkzeug usw. zur Verfügung stehen.

Zum Mobiliar macht er die Feststellung, daß es zwar gut durchgearbeitete Standardmodelle von Spezialfirmen gebe, es aber doch besser sei, bei Neuanschaffungen sich mit solchen Fabriken in Verbindung zu setzen, die ein den örtlichen Verhältnissen entsprechendes Mobiliar schaffen könnten.

Die Widerstandsfähigkeit der Tischplatten scheint auch in Amerika ein noch ungelöstes Problem zu sein. Verfasser gibt zwar an, daß es eine säure- und hitzebeständige Überzugsfarbe geben soll, doch nennt er sie nicht weiter, sondern verweist auf einen Bericht. Dann empfiehlt er noch, die Tische mit Linoleum zu belegen und erwähnt, daß manchmal Schiefer- oder Fliesenbelag in Anwendung kommt.

In bezug auf die Laboratoriumsmöbel hält er es für wichtig, daß die Verbindungen ganz besonders gut versteift sind, auch gibt er die Legierungen für Röhren und Armaturen an, mit denen dort die besten Erfahrungen gemacht worden sind.

Beachtenswert ist die Neigung, an Stelle der Wandigestorien Abzüge mitten auf den Arbeitstischen anzubringen, da nach den Erfahrungen die Schüler den Weg und den Transport vom Arbeitsplatz zum Abzug bei rauch- und gasentwickelnden Experimenten scheuen. Verfasser gibt zu, daß die Anlage recht kostspielig ist, doch hält er sie für zufriedenstellend.

Die Vorschläge für die elektrische Ausrüstung sind auf sehr einfacher Grundlage gehalten, denn auch in Amerika scheinen mehrfach viel zu umfangreiche Anlagen für Schulen gebaut worden zu sein. Verfasser schlägt als völlig ausreichend vor: je 110 Volt Gleich- und Wechselstrom und 12 Volt Gleichstrom, außerdem Reguliermöglichkeit durch Widerstände. Für den Fall, daß eine Netzanlage der Kosten wegen nicht in Frage kommt, rät er zu einer ausreichenden Anzahl Akkumulatoren.

Sollte eine Gasanstalt nicht am Orte sein, so empfiehlt Verfasser zum Betrieb der Bunsenbrenner die Aufstellung einer Gasolinvergasungs-

anlage oder den Bezug von komprimiertem Gas in Stahlflaschen. Zu Spiritusbrennern rät er nicht.

Besonderen Wert legt Verfasser auf reichlichen Schrankraum zur Unterbringung der Apparate.

Sodann mußte festgestellt werden, daß Anschauungsmaterial in viel zu kleinem Umfange zum Unterricht verwandt wird, was teilweise darauf zurückzuführen ist, daß die Aufbewahrungsmöglichkeiten dafür fehlen. Sehr wertvoll ist die Anbringung von Verdunklungseinrichtungen und der Gebrauch von Bildwerfern.

Für die Chemie hält er in den meisten Fällen das Leitungswasser an Stelle von destilliertem Wasser für völlig ausreichend. Für den geringen Bedarf an destilliertem Wasser genüge eine kleine billige Apparatur.

Bezüglich der Pflege der Apparate erscheint es dem Verfasser als sehr wünschenswert, wenn dem Lehrer selbst die Instandsetzung beschädigter Geräte durch Ausrüstung mit gutem Werkzeug ermöglicht wird.

Zum Schluß werden noch einige Übersichten gegeben über die Ausrüstung für die verschiedenen Unterrichtsfächer mit ungefähren Kostenanschlägen.

K. Volkmann.

**Lehrbuch der anorganischen Chemie für die 5. Klasse der Realgymnasien.** Von Dr. FRANZ HEMMELMAYR und Dr. ROBERT RIEDER. 3. Auflage. 122 Seiten mit 19 Abbildungen und zwei Tabellen. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky, A.G. 1931. Preis geb. RM 2,50.

Das für österreichische Realgymnasien geschriebene Lehrbuch der anorganischen Chemie von HEMMELMAYR-RIEDER entspricht in mehrfacher Hinsicht nicht den Anforderungen, die man an ein neuzeitliches Buch dieser Art stellen muß. Es ist systematisch aufgebaut, bringt zu wenig Versuche und nimmt infolgedessen auf neuzeitlichen Arbeitsunterricht nicht genügend Rücksicht. In methodischer Hinsicht ist die Anordnung des Stoffes nicht immer gut gelungen. Die allgemeinen Gebiete werden ohne genügende stoffliche Grundlage dargestellt, also zu früh gebracht, und sind teils nicht richtig eingeordnet. So wird z. B. das Gesetz der multiplen Proportionen erst 25 Seiten nach der Atomtheorie gebracht, zu deren Erläuterung es eigentlich vorangehen sollte.

Gut ist an dem Buch die einfache, klare Darstellung, die Berücksichtigung geschichtlicher, chemisch-technischer und biologischer Fragen und die Beschränkung im Stoff. Aber auf der anderen Seite weist es auch krasse Fehler auf. Abgesehen davon, daß bei der Angabe von Zahlen für Siedepunkte, Schmelzpunkte, Dichte usw. die Werte nicht von den sonst angegebenen abweichen sollten und man bei Gasreaktionen nicht alle Vorgänge falscher Weise in Atomgleichungen schreiben sollte, auch wenn man sich darauf beruft, daß die Gleichungen dann einfacher werden, findet sich folgender Fehler: Die Einwirkung von Salpeter- und konzentrierter Schwefelsäure auf Kupfer wird so erklärt, daß zunächst Wasserstoff entsteht und dieser Wasserstoff dann ein weiteres Molekül Säure reduziert. Von der

Spannungsreihe scheint den Verfassern nichts bekannt zu sein. Auch eine Reihe von Ungenauigkeiten und Unklarheiten finden sich, so wenn  $\text{NO}_2$  sich in Wasser glatt zur Salpetersäure löst, die Salpetersäure zur Herstellung der Schwefelsäure verwendet wird oder Wasserstoff einwertig ist, weil Chlor auch einwertig ist. In der Schreibweise sollte man bei polyvalenten Elementen die alte Bezeichnung -o- und -i- lieber durch die sich allgemein einbürgernde Angabe der Wertigkeit in römischen Ziffern nach dem Namen des Elements ersetzen.

*Isberg.*

**Lehrbuch der organischen Chemie** für die 8. Klasse der Realschulen und 6. Klasse der Realgymnasien. Von Dr. FRANZ HEMMELMAYR. 9. Aufl. 134 Seiten mit 13 Abbildungen und einer Farbdrucktafel. Wien: Hölder-Pichler-Tempsky A.G. 1931. Preis geb. RM 3,15.

Das vorliegende Lehrbuch weicht in der Stoffanordnung von der sonst üblichen dadurch ab, daß nach dem einleitenden analytischen Teil der Hauptteil so aufgebaut ist, daß zunächst die gesättigten Verbindungen mit 1, dann mit 2 usw. Kohlenstoffatomen besprochen werden. Daran schließen sich die ungesättigten Verbindungen und dann folgen die mehrwertigen Verbindungen mit 2, 3 usw. Kohlenstoffatomen. An diese schließen sich die Kohlehydrate und die Zyanverbindungen, dann folgen die ringförmigen Verbindungen in der üblichen Weise und schließlich „Wichtige Verbindungen des Pflanzen- und Tierkörpers mit verwickeltem molekularem Aufbau“. Darunter werden behandelt: die Terpene, die Harze, Alkaloide, Eiweißstoffe und die Gerberei, während Ernährung des Menschen und Fäulnis den Beschluß in einem Anhang bilden. Ein wesentlicher Vorteil dieser von der üblichen abweichenden Anordnung ist nicht zu erkennen.

Ein neuzeitliches Lehrbuch sollte das Experiment weit stärker in den Vordergrund rücken als es hier geschehen ist. Versuchsbeschreibungen werden gar nicht gegeben, sondern der Verfasser beschränkt sich darauf, hier und da anzugeben, welche Versuche ausgeführt werden können. In Hinsicht auf die Auswahl des Stoffes geht das Buch fraglos zu weit, eine größere Stoffbeschränkung vielleicht zugunsten technologischer Abschnitte, die fast ganz fehlen, wäre wünschenswert. Gebiete wie die Harnsäuregruppe, Terpene, Kampfer, Alkaloide sind für unsere Schüler zu schwierig und von der Anführung der Summenformel haben sie nichts. Recht gut erscheinen mir die kurzen Zusammenfassungen am Ende größerer Kapitel, die zwar manches wiederholen, aber als Übersicht über das Gelernte sehr brauchbar sind. Die Darstellung ist klar und einfach, das Bildmaterial weniger gut. Außerdem finden sich ein paar Fehler und Ungenauigkeiten. Trotzdem ist das Büchlein als Ganzes betrachtet gut brauchbar, wenn der Lehrer sich im Stoff zu beschränken weiß.

*Isberg.*

**Chemie.** Von Dr. HERMANN SEMLLER, Professor an der Pädagogischen Akademie Frank-

furt a. M. 64 Seiten. Frankfurt a. M.: Moritz Diesterweg 1932. Preis RM 2,40.

Das Buch ist in der von PETERS und WEIMER herausgegebenen Reihe „Handbuch der Volksschulpädagogik“ erschienen. Nach einem kurzen Überblick über den augenblicklichen Stand der chemischen Wissenschaft und Technik und über die Geschichte des chemischen Unterrichts in der Volksschule gibt der Verfasser eine eingehende psychologische Grundlegung des chemischen Unterrichts. Die Ergebnisse der Testpsychologie finden hier ausgiebige Berücksichtigung: Verschiedentlich werden Testversuche angegeben, z. B. zur Prüfung des Gedächtnisses für Farben, der Geschicklichkeit und Sicherheit der Hand, der Beobachtungsfähigkeit, der Kombinationsfähigkeit usw. In dem nächsten Abschnitt: „Bildungsaufgaben und Bildungsgut“ geht der Verfasser zunächst den Gedankengängen GEORG KERSCHENSTEINERS über den formal bildenden Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts nach, um dann die praktischen Fragen der Anordnung des chemischen Bildungsstoffes und seine Beziehungen zu den anderen Fächern näher zu beleuchten. Fast die Hälfte des Buchumfanges nehmen die beiden nächsten Abschnitte ein: „Gestaltung des chemischen Unterrichts“ und „Unterrichtsbeispiele“. Auf moderner, arbeitsunterrichtlicher Grundlage werden die einzelnen Stufen von der Auffindung des Problems seitens der Schüler bis zu seiner Lösung behandelt. Es werden klare Anweisungen gegeben, welche Hilfsmittel an Büchern, Gerätschaften, Stoffen usw. den Schülern zu geben sind, welche Anschauungs- und Veranschaulichungsmittel den Schülern gezeigt werden können, und schließlich auch, wie einfache Apparate von den Schülern selbst angefertigt werden können. Eine Sonderstellung unter den chemischen Arbeitsmitteln gibt der Verfasser mit Recht der chemischen Formel. Er wendet sich mit Entschiedenheit gegen die Verwendung von Formeln im chemischen Unterricht der Volksschulen. Und das ist gut so! Welche Anforderungen an die Schüler einer höheren Schule zu stellen sind, bis sie das Wesen der chemischen Zeichensprache an Hand von geeigneten Versuchen klar erfaßt haben, das wissen wir Lehrer an den höheren Schulen am besten. Bei der Durchführung der praktischen Arbeit bespricht der Verfasser die verschiedenen Arbeitsformen, und er läßt neben den Schülerversuchen auch den Demonstrationsversuch zu seinem Recht kommen, besonders im Hinblick auf die Kostenfrage und die Gefährlichkeit mancher Versuche. Am Schluß des Buches befindet sich ein Abschnitt über den chemischen Arbeitsraum und seine Einrichtung, sowie über unterrichtliche Hilfsmittel. Es ist anerkennend hervorzuheben, daß der Verfasser sich für eine Beschaffung genormten Gerätes einsetzt, die viele Ersparnis- und Vereinfachungsmöglichkeiten bei der Zusammensetzung chemischer Apparaturen verschafft.

In einem Anhang gibt der Verfasser ein, wie es scheint, etwas willkürlich ausgewähltes Verzeichnis empfehlenswerter Schriften. An Stelle der

gewiß sehr wertvollen physikalisch-chemischen Tabellen von LANDOLT-BÖRNSTEIN wäre vielleicht besser der eher erschwingliche Chemiker-Kalender aufgenommen worden. Ein sorgfältiges Namen- und Sachverzeichnis beschließt das leserwerte Buch.

*Scharf.*

**Lehrbuch der physikalischen Chemie.** Von Dr. KARL JELLINEK. 5 Bände. 3. Bd. 8. und 9. Lieferung. Mit 63 Tabellen und 71 Textabbildungen (8. Lieferung) und 128 Tabellen und 240 Textabbildungen (9. Lieferung). 1. und 2. Auflage. Stuttgart: Ferdinand Enke 1930. Preis geh. RM 21,— und RM 30,—.

Die beiden Lieferungen mit einem Umfange von zusammen 556 Seiten sind die Fortführung des groß angelegten Lehrbuches der physikalischen Chemie von JELLINEK, dessen 3. Band sie beschließen. In diesem Bande wird die Statik chemischer Reaktionen in verdünnten Mischungen behandelt. Die 8. und 9. Lieferung dienen, abgesehen von einigen wenigen Seiten, die den Beschluß des Kapitels über die Gasgleichgewichte bilden, der Darstellung der Gleichgewichte flüssiger Lösungen. Über die Gleichgewichte von Nicht-elektrolyten in Lösungen handelt der kurze erste Unterabschnitt dieses Gebietes, während die Darstellung der „Elektrolyte im Gleichgewicht“ der Bedeutung und dem Umfange des Untersuchungsmaterialies entsprechend 480 Seiten einnimmt. Eingeleitet wird dieser Teil durch eine Erläuterung der Grundbegriffe aus der Lehre von Elektrizität und Magnetismus, der sich das Kapitel über die Spaltungsgleichgewichte der Elektrolyte anschließt. Hier gelangen die FARADAYSchen Gesetze, die Überführungserscheinungen, die elektrische Leitfähigkeit von Elektrolytlösungen und die elektrolytische Dissoziationstheorie zur eingehenden Behandlung. Ausgehend von der Theorie der schwachen Elektrolyte werden dann recht umfassend die starken Elektrolyte dargestellt, die thermodynamische Theorie der Lösungen starker Elektrolyte wie die kinetische Theorie dieser Lösungen entwickelt. Anschließend werden auch die schwachen und mittelstarken Elektrolyte vom Standpunkte der Theorie der starken Elektrolyte aus behandelt. Besondere Würdigung erfahren bei der Darstellung der Spaltungsgleichgewichte der starken Elektrolyte die thermodynamischen Arbeiten von LEWIS und RANDALL und die vom kinetischen Standpunkte ausgehenden ebenfalls grundlegenden Untersuchungen von DEBYE und HÜCKEL. In dem 3. Kapitel, dem Schlußkapitel des 3. Bandes, wird die elektromotorische Kraft von galvanischen Elementen und die auf diesem Untersuchungswege mögliche Feststellung von Elektrolytgleichgewichte eingehend behandelt. Die Messung von elektromotorischen Kräften galvanischer Ketten, die wichtigsten Elektrodenarten und die Konzentrationsketten geben den Inhalt der ersten Unterabschnitte an. Die für die moderne Elektrochemie so ungemein wichtigen und so anschaulichen Gedankengänge über die elektrolytische Lösungstension, die WALTER NERNST vor über

4 Jahrzehnten entwickelt hat, sind die Grundlage für die Behandlung der Elektrodenarten. So wird ein recht anschaulicher Überblick über das Wesen der einzelnen Elektroden gewonnen, der später durch die Behandlung auf exakter thermodynamischer Grundlage zur Theorie der galvanischen Elemente führt. Die Abschnitte über die elektromotorischen Kräfte galvanischer Ketten bringen in sehr übersichtlicher und klarer Form die Anwendungen der drei Hauptsätze der Thermodynamik. Hieran schließen sich die Betrachtungen über die relativen Einzelpotentiale mit den wichtigen Unterabteilungen, die die Vorzeichen der Potentiale, die Normalpotentiale, die Nullelektrode und Bezugs Elektroden, die Metall- und Nichtmetallpotentiale, die Wärmeinhalte von Ionen, ihre relativen Entropien und deren Verwendung zur Berechnung schwer zugänglicher Normalpotentiale behandeln.

Es ist ein erfreuliches Zeichen von Tatkraft des Verfassers wie des Verlegers, in dieser Zeit schwerster wirtschaftlicher Not solch umfassendes Werk erheblich weitergefördert zu haben. Besonders muß die glänzende, vorbildliche Ausstattung des Buches in Druck und Abbildungen anerkannt werden, der sich recht sorgfältig gearbeitete Autoren- und Sachregister würdig zugesellen.

Bei der unübersehbaren Fülle von Sonderarbeiten und ihren Veröffentlichungen auf dem Gebiete der physikalischen Chemie ist es fast eine Unmöglichkeit, einen Überblick über die Literatur zu bekommen und zu behalten. Hier bietet das vorliegende Werk mit seinen überaus zahlreichen und sorgfältigen Literaturangaben wertvolle Hilfe. In den meisten Fällen wird die umfassende und klare Darstellung des Buches auch zu weitergehender Belehrung schon genügen, im übrigen regen die fast auf jeder Seite enthaltenen Literaturhinweise zum Studium der Originalliteratur aufs stärkste an. So vermeidet der Verfasser aufs beste den Vorwurf, der oft gegen größere Kompendien und nicht immer ohne Grund erhoben wird, daß sie den Belehrung Suchenden nicht an den eigentlichen Wissensquell, die Originalarbeiten, führten.

*Petzold.*

**Lehrbuch der physikalischen Chemie.** Von Dr. KARL JELLINEK. 5 Bände. 4. Band. 10. und 11. Lieferung. Mit 100 Tabellen und 69 Textabbildungen (10. Lieferung) und 84 Tabellen und 99 Textabbildungen (11. Lieferung). 1. und 2. Auflage. Stuttgart: Ferdinand Enke 1931/32. Preis geh. RM 26,— und RM 30,—.

Die 10. Lieferung bringt zunächst noch den Schlußteil der Lehre von der Statik chemischer Reaktionen, nämlich das Kapitel über weitere homogene und heterogene Elektrolytgleichgewichte. Zunächst werden die einfachen homogenen Elektrolytgleichgewichte behandelt und hier als Teilgebiete: die Spaltung schwacher Säuren bei Gegenwart ihrer Salze, dann die Spaltung schwacher Elektrolyte bei Anwesenheit fremder Salze, die Hydrolyse ein- und mehrwertiger Säuren und Basen und ihr Gleichgewicht bei Äquivalenz und Nichtäquivalenz. Sehr eingehend werden die

Methodik der Messungen dargelegt und die Meßergebnisse angeführt und gewürdigt. Neben dem reichen Literaturmaterial, das in den Fußnoten gegeben wird, finden sich eingehende tabellarische Zusammenstellungen über die Hydrolysengrade und Dissoziationskonstanten, die neben den Angaben über die Meßergebnisse die angewandte Methode und die zugehörige Literatur übersichtlich darbieten. Recht klar sind die Ergebnisse der Folgerungen aus der klassischen Dissoziations-theorie denen der neuen exakten Elektrolyththeorie gegenübergestellt. Im Anschluß an die Darstellung der Neutralisation wird ein Überblick über die elektrometrische und konduktometrische Titration gegeben, hierauf werden die Indikatoren und die Theorie des Farbumschlags behandelt.

In dem folgenden Abschnitt über die einfachen heterogenen Elektrolytgleichgewichte erfahren die verschiedenen Löslichkeiten von Salzen in Wasser, von starken und schwachen Elektrolyten in Fremdelektrolyten und gleichionigen, das heterogene Gleichgewicht zwischen Säure und Base, ampholyte Metallhydroxyde und die Gleichgewichte beim Vorhandensein von Bodenkörpern eine nach der theoretischen wie experimentellen Seite eingehende und übersichtliche Behandlung. Auch die Bildung von Komplexsalzen unter Auflösung des Bodenkörpers und die Fällungsmaßanalyse sind umfassend bearbeitet. Den Schluß dieses Buches bilden die Abschnitte über kompliziertere Ionengleichgewichte, darunter die Reduktionsgleichgewichte mit Metallen und Wasserstoff.

Die 11. Lieferung enthält die Darstellung der Lehre von den konzentrierten Mischungen, deren physikalischen und chemischen Erscheinungen. Die Einteilung ist nach den Aggregatzuständen der Mischungen vorgenommen worden. Bei den konzentrierten Gasmischungen bilden die Abschnitte über die Lehre von der Additivität der Gasvolumina, den Zustandsgleichungen und ihrem Gültigkeitsbereich die Einführung. Ihnen folgen die Darstellungen des Energiegehalts und der Entropie nebst den mit ihr verwandten thermodynamischen Funktionen, der Aktivitäten und der chemischen Gleichgewichte in konzentrierten Gasmischungen. Ähnlich ist auch die Einteilung der Abschnitte des Kapitels über die konzentrierten flüssigen Mischungen, bei denen auch zunächst die Beziehungen zwischen Druck, Volumen, Temperatur und Zusammensetzung, dann der Energiegehalt, die Entropie, die Aktivitäten, die Dampfspannungen, die Schmelz- und Löslichkeitskurven und der osmotische Druck als Einzelerscheinungen des physikalischen Verhaltens behandelt werden. In dem Kapitel über die chemischen Erscheinungen werden die Gleichgewichte mit organischen Flüssigkeiten und mit wässerigen Elektrolytlösungen, ferner die Gleichgewichte von Metallmischungen und Salzschnmelzen eingehend behandelt.

Auch diese Teile der in der Fortsetzung befindlichen Lehrbücher von JELLINEK besitzen dieselben Vorzüge, die der Referent bei der Besprechung der 8. und 9. Lieferung hervorhob. Dieselbe

Sorgfalt und umfassende Arbeit bei der Sichtung des umfangreichen Materiales und der Zusammenfügung zu einem einheitlichen Ganzen verdienen auch hier vollste Anerkennung. Das wertvolle Werk ist wieder ein gutes Stück aufs glücklichste gefördert worden.  
*Petzold.*

**Repertorium der physikalischen Chemie.** Von Dr. H. ZEISE. Teubners mathematische Leitfäden, Bd. 32. Mit 48 Fig. im Text. 1931. Kart. RM 7,20.

Das Repertorium von ZEISE faßt die wichtigsten Tatsachen und Gesetze der physikalischen Chemie und der chemischen Thermodynamik auf einem Raum von 206 Seiten kurz, aber sehr übersichtlich klar, und dabei methodisch geschickt, zusammen. Voraussetzung für einen nutzbringenden Gebrauch des Werkchens ist die Kenntnis der Grundlagen der Differential- und Integralrechnung. Der erste Abschnitt über Atome, Moleküle und Spektren führt vom periodischen System der Elemente über die Linienspektren, Röntgenspektren, Molekülspektren zu den Valenzvorstellungen von LEWIS und KOSSEL und zu einer elementaren Darstellung der Materiewellen nach DE BROGLIE-SCHRÖDINGER. Das Kapitel schließt mit der wellenmechanischen Berechnung der atomaren Kräfte und der Wertigkeiten nach LONDON und HETTLER, führt also bis in die allerneueste Zeit hinein.

Auf 40 Seiten wird die Thermodynamik heraus geschickt zusammengefaßt. Die Abschnitte über Gase, Flüssigkeiten und feste Stoffe, über Reaktionskinetik, Gasgleichgewichte, Photochemie und Elektrochemie lesen sich leicht und beschränken sich auf das wirklich Wichtige. Daß auch die thermodynamische und die kinetische Theorie der starken Elektrolyte nach LEWIS und RANDALL bzw. nach DEBYE und HÜCKEL eine kurze, aber ausreichende Darstellung finden, mag noch besonders erwähnt werden.

Das ZEISESche Repertorium eignet sich zweifellos ebenso gut für die Vorbereitung von Kandidaten des höheren Lehramts auf die chemische Staatsprüfung als für Chemiker auf die Promotionsprüfung.  
*Dm.*

**Physikalisch-chemisches Taschenbuch.** Herausgegeben von C. DRUCKER und E. PROSKAUER. Bd. 2. VII, 482 Seiten, 183 Figuren und 79 Tab. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1933. Brosch. RM 15,—; geb. RM 17,—.

Der zweite jetzt vorliegende Band des Taschenbuches erfüllt die hohen Erwartungen, die man seit dem Erscheinen des ersten Bandes haben durfte. Das jetzt vollständig vorliegende Taschenbuch dürfte Physikern und Chemikern unentbehrlich werden als außerordentlich übersichtliches und zuverlässiges Nachschlagewerk, das dem neuesten Stand der Wissenschaft entspricht und hoffentlich immer auf dem neuesten Stand gehalten werden wird. Der Inhalt dieses Bandes ist eingeteilt in: Mikromechanik (Molekularphysik), Makromechanik, chemische Statik und Kinetik, Thermodynamik und Thermochemie, chemische Systematik. Es folgt ein Anhang über physikalische Gleichungen,

Einheiten und Maßsysteme. Mehr als zwei Dutzend bekannter Forscher haben die einzelnen Beiträge zu diesem Bande geliefert. Hierdurch ist die Darstellung ungemein vielseitig und anregend; um so größer ist aber auch die redaktionelle Leistung zu bewerten, die aus vielen Einzelteilen ein einheitliches Werk geschaffen hat. Das Taschenbuch hat schon jetzt einen solchen Anklang gefunden, daß eine besondere Empfehlung sich erübrigt.  
*Hiedemann.*

**Chemisches Praktikum für Mediziner.** Von Dr. H. BODE und Dr. H. LUDWIG. 130 Seiten. Leipzig und Wien: Franz Deuticke 1932. Preis geh. RM 4,—; geb. RM 5,—.

Das vorliegende chemische Praktikum für Mediziner ist im praktischen Betrieb an der Universität Kiel entstanden und soll ein Hilfsbuch sein, das hauptsächlich die chemischen Arbeitsverfahren, nicht Einzel Tatsachen und die Analyse, in den Vordergrund stellt. Das ist den Verfassern aber nicht restlos gelungen. Wenn auch allgemeine chemische Begriffe und Verfahren stärker als in anderen Büchern dieser Art betont werden, die analytischen Betrachtungen nehmen auf Kosten dessen, was für den Mediziner wichtig ist, einen immer noch zu breiten Raum ein. Über die Auswahl des Stoffes läßt sich natürlich streiten; mir scheint aber, daß man gerade auf das, was der Mediziner braucht, stärker hätte Rücksicht nehmen können. Der ganze Aufbau ist systematisch, im allgemeinen Teil sehr knapp gehalten, was aber nur ein Vorteil ist, wenn die Voraussetzung, daß sowohl das Kolleg über anorganische wie über organische Chemie mit Verständnis mitgearbeitet sein soll, erfüllt ist. Als Einführung in die Chemie auf praktischer Grundlage ist das Büchlein also nicht anzusprechen, als Repetitorium scheint mir der allgemeine Teil sehr gut geeignet. Ich möchte aus meiner eigenen Erfahrung hinzufügen, daß das Buch bei geringfügigen Erweiterungen, die über den gesteckten Rahmen nicht wesentlich hinauszugehen brauchen, für das Praktikum der Studierenden der Landwirtschaft ausgezeichnet sein kann.

Im allgemeinen Teil werden zunächst die Begriffe Säuren, Basen, Salze, elektrolytische Dissoziation, das Verhalten von Lösungen, Hydrolyse, Doppelsalze und Komplexsalze, Elektroaffinität, Oxydation und Reduktion, sowie Kolloide behandelt. Die Erläuterung des Massenwirkungsgesetzes würde das Erklären von manchem, was später gebracht wird, wesentlich erleichtert haben. Etwa 35 Seiten werden dann der Besprechung der analytischen Eigenschaften der Säuren und Metalle gewidmet, während die eigentliche Analyse, insbesondere soweit sie etwa für die Praxis des Mediziners eine Rolle spielt, recht kurz wekommt.

Auch der organische Teil, der mit einer sehr guten Übersicht beginnt, ist reichlich systematisch aufgebaut und könnte trotz der gut gelungenen Stoffbeschränkung auf die speziellen Bedürfnisse des Mediziners stärker Rücksicht nehmen. Die Verfasser haben sich auf die wichtigsten Stoffe

und die Beschreibung ihrer Eigenschaften und Erkennung beschränkt. Da sie von einer Stoffgruppe zur andern rein theoretisch, z. B. durch Ersatz eines H-Atoms im Kohlenwasserstoff durch die OH-Gruppe zum Alkohol übergehen, so fehlt oft die Darstellungsweise der Stoffe, mit denen gearbeitet wird. Überhaupt hätten die Praxis und die technisch wichtigen Stoffe eine stärkere Berücksichtigung erfahren können.

Als Ganzes betrachtet ist das Buch trotz kleiner Mängel für das chemische Praktikum der Mediziner durchaus zu empfehlen. Es hat gegen die vorhandenen Praktikumsanleitungen mancherlei Vorzüge, so daß ihm weite Verbreitung zu wünschen ist.  
*Isberg.*

**Säure - Basen - Indicatoren.** Ihre Anwendung bei der colorimetrischen Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration. Von I. M. KOLTHOFF, o. Professor der Analytischen Chemie an der Universität von Minnesota in Minneapolis, U.S.A. Unter Mitwirkung von H. FISCHGOLD, Berlin. Gleichzeitig 4. Auflage von „Der Gebrauch von Farbindicatoren“. Mit 26 Abbildungen und einer Tafel. XI, 416 Seiten. Berlin: Julius Springer 1932. Preis RM 18,60; geb. RM 19,80.

Die Änderung in der Titelgebung ist dadurch begründet, daß eine exaktere Inhaltsangabe durch den Titel gemacht werden sollte. Es gibt ja eine Reihe von Farbindicatoren, die nicht auf die Wasserstoffionenkonzentration ansprechen, jedoch bei ihrer Funktion gleichfalls von einem Farbumschlag begleitet sind, die aber in diesem Buch nicht behandelt werden. Nur die beiden ersten Kapitel der „Farbindicatoren“ blieben erhalten, die folgenden sind vollkommen neu geschrieben. Das Kapitel über die Anwendung der Indicatoren in der Neutralisationsanalyse ist fortgelassen worden, da dieses Gebiet in der „Maßanalyse“ des Verfassers erschöpfend behandelt ist.

Der erste Teil bietet eine zusammenfassende Darstellung der modernen Theorie der starken Elektrolyte und des Aktivitätsbegriffes. Im zweiten, praktischen Teil gibt der Verfasser eine Beschreibung der individuellen Eigenschaften der einzelnen Indicatoren. Reinigung und Herstellung der Substanzen werden besonders berücksichtigt. Es wird das Verhalten der Indicatoren in anderen Lösungsmitteln als Wasser beschrieben; die Theorien, welche den Farbumschlag zu erklären suchen, werden besprochen. Der dritte Teil behandelt die colorimetrische Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration. Das Kapitel über Herstellung und Eigenschaften von Pufferlösungen umfaßt alles, was zur Zeit über dieses Gebiet bekannt ist. Zum Schluß werden noch die Fehlerquellen der colorimetrischen Methode besprochen, und der Verfasser sagt selbst auf Seite 360: „Wenn man das colorimetrische Verfahren bei der Untersuchung von Lösungen mit Substanzen anwenden will, deren Einfluß auf die Farbe der Indicatoren noch nicht untersucht worden ist (z. B. wie bei Kolloiden, vielen organischen Stoffen), so muß man die Ergebnisse mit denen vergleichen, die elektrometrisch erhalten werden. Die Messung

der Wasserstoffionenkonzentration mit Hilfe der Wasserstoffelektrode muß immer als das Grundverfahren betrachtet werden.“ Die colorimetrische Methode hat dagegen den Vorteil, mit verhältnismäßig billigen Mitteln arbeiten zu können; Apparaturen sind (bei bescheidenen Ansprüchen) kaum erforderlich. *Scharf.*

**Wörterbuch der Kolloidchemie.** Von Dr. ALFRED KUHN. 179 Seiten. Mit 47 Abbildungen und 37 Tabellen. Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopff 1932. Preis geb. RM 8,—.

Das vorliegende Buch wendet sich an alle Bearbeiter von Gebieten, für die die Kolloidchemie eine Hilfswissenschaft ist, so den Biologen, den Chemiker, den Mediziner, den Pharmazeuten u. a. Die Stichwörter für die einzelnen kolloidchemischen Begriffe, über die das Buch Auskunft erteilt, sind alphabetisch geordnet. In knapper, doch klarer Form sind die einzelnen Begriffe erläutert; Tabellen, graphische Darstellungen und Abbildungen von Apparaten bilden dabei eine gute Unterstützung. Die zahlreichen Hinweise auf die betreffenden Autoren, die Angabe von Literaturstellen, besonders aber das dem Buch angefügte Literaturverzeichnis bedeuten einen weiteren Vorzug dieses kleinen und doch so wertvollen Buches. Die Kolloidchemie hat sich auch in dem chemischen Unterrichte der Schulen ihren Platz erobert; oft bilden kolloidchemische Arbeiten die Grundlage chemischer Arbeitsgemeinschaften. So wie hier bisher bei den experimentellen Aufgaben das „Kleine Praktikum der Kolloidchemie“ von WOLFGANG OSTWALD, das der Verfasser des vorliegenden Buches auch mitbearbeitet hat, ein zuverlässiger Berater gewesen ist, wird das „Wörterbuch der Kolloidchemie“ zur schnellen Klärung von Grundbegriffen wie zur Erläuterung technologischer Fragen gute Dienste tun. *Petzold.*

**Materiallehre.** Von H. CHRISTEN, Lehrer am kantonalen Technikum Winterthur. 2. Aufl., 290 Seiten, mit 82 Abbildungen. Verlag von Huber & Co. A.-G., Frauenfeld 1932. Preis geb. RM 3,60.

Die erste Auflage des Buches war auf Anregung der Schweizer Firma Gebrüder Sulzer A.-G. vom Verlage herausgebracht worden zu dem Zweck, Lehrlingen, Arbeitern und Betriebsangestellten einen nach praktischen Gesichtspunkten geordneten Überblick über die in der Metallindustrie zur Verwendung kommenden Materialien zu geben. Für die zweite Auflage wurde das Buch so umgearbeitet, daß es auch im Technologieunterricht der technischen Mittelschulen der Schweiz gebraucht werden kann.

Es werden zunächst die technischen Eisensorten behandelt, die Art ihrer Herstellung und Bearbeitung; es folgen die Nichteisenmetalle, dann die nichtmetallischen Werk- und Betriebsstoffe (z. B. Isoliermaterialien, Brennstoffe), schließlich noch ein Abschnitt über Werkstoffprüfung und ein Anhang mit Tabellen, Preisen, statistischen Angaben usw.

Die Darstellung ist knapp in der Form und beschränkt sich auf das für die Praxis Erforderliche. Als Ergänzung hierzu dient die zu jedem Kapitel gehörige Literaturübersicht, in der weitergehende Spezialwerke genannt werden. Die Abbildungen sind durchweg gut ausgeführt, die Druckstöcke stammen von größten Teile von der Firma Sulzer, wie aus den beigedruckten Firmenzeichen hervorgeht. Auch in anderer Beziehung muß die genannte Firma den Druck des Buches gefördert haben, denn einige der Ingenieure des Werkes sind, wie aus dem Vorwort zu ersehen ist, an dem Buche stark beteiligt. Nur so ist auch der billige Preis des in gediegener Ausstattung erscheinenden Buches zu erklären. In die Zahl der Abbildungen nicht eingeschlossen sind eine Reihe Abdrucke von Normenblättern oder Auszüge daraus, ferner eine große Anzahl Tabellen, die schon allein für sich die Anschaffung des Buches lohnend erscheinen lassen.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Es lohnt sich, das Buch für Schülerbüchereien anzuschaffen; auch der Lehrer wird es gern als Nachschlagebuch benutzen, wenn er schnell über irgendeine bestimmte Speziallegierung oder einen anderen Werkstoff Auskunft haben will. *Scharf.*

**Bergbau und Wissenschaft.** Heft 5 der Schriftenreihe „Forschung tut not“. Herausgeber: Verband der deutschen Hochschulen, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Kaiser Wilhelm-Gesellschaft, Verein Deutscher Chemiker, Verein Deutscher Eisenhüttenleute, Verband Deutscher Elektrotechniker, Verein Deutscher Ingenieure. Berlin: VDI-Verlag 1932. Preis RM 0,30.

Das vorliegende 5. Heft enthält Einzelaufsätze über Deutschlands Bodenschätze, die Erschließung des Erdinneren, die Verbesserung der Arbeitsbedingungen im Steinkohlenbergbau, den „Kohlestammbaum“, die Braunkohleförderung, Kali, Erzbergbau, Erdölwirtschaft, die Grubensicherheit, Versuchsstrecken, Berufskrankheiten und die Veredelung der Bergbauerzeugnisse. Jeder Aufsatz stellt eine Musterarbeit dar, die sich mit den anderen zu einer überaus gelungenen und glücklichen Gesamtheit zusammenfügt. Diese 5 Hefte, von denen leider das 1. Heft vergriffen ist, gehören zu dem Wertvollsten, was je gebracht worden ist. Mit Meisterschaft ist auf kurzen Seiten Wichtigstes klar, eingehend und doch frei von jedem unnötigen Beiwerk dargestellt. Diese Aufsätze sind das Hohe Lied auf deutsche Arbeit und deutsche Forschung, gerade in dieser Notzeit unseres Vaterlandes gehören sie zum unentbehrlichen Lesestoff jedes Deutschen. Der geringe Preis: RM 0,30, bei Abnahme von 10 Heften nur RM 0,20 für das Heft, ermöglicht die Anschaffung der Hefte auch in der gegenwärtigen Zeit. In alle Lehrerbüchereien und in alle Schülerbüchereien gehören diese Büchlein, die eine vorbildliche Literatur für Schüler sind. *Petzold.*

**Lehrbuch der Glasbläserei** einschließlich der Anfertigung der Aräometer, Barometer, Thermo-

meter, maßanalytischen Geräte, Vakuumröhren und Quecksilberluftpumpen. Mit Anleitungen für die Messung des Vakuums, der Quecksilberdampflampen, Justierung der Instrumente, Arbeiten an der Hochvakuumpumpe und die Behandlung des Quecksilbers. Von CARL WOYTACEK. Zweite neubearbeitete und erweiterte Auflage. VII und 319 Seiten, 624 Abbildungen. Wien: Julius Springer 1932. Preis geb. RM 22,50.

Dieses zuerst 1924 erschienene, ausgezeichnete Lehrbuch war einige Jahre hindurch vergriffen. Für den Lehrer wichtig sind vor allem die ersten 80 Seiten, in denen einfachere Glasbläserarbeiten vorbereitet und gelehrt werden. Man wird dem Verfasser zustimmen, daß es am besten sei, diese Kunst unmittelbar durch Nachahmen zu lernen; man muß aber auch anerkennen, daß es ihm in erstaunlicher Weise gelungen ist, durch Wort und Bild zu lehren. Die sprichwörtliche Geduld des Glasbläfers betätigt er auch im Unterricht. Sorgfältig ist die Reihenfolge der Übungen erwogen. Trotz der Breite der Beschreibung ist kein Wort zu viel, auch nicht die Wiederholungen, mit denen immer zur rechten Zeit an das erinnert wird, was der Anfänger zu unterlassen pflegt, und vor dem gewarnt wird, was die ungeübten Finger unwillkürlich tun. Wer selbst einmal sein bescheidenes Können an andere weitergegeben hat, der erlebt beim Lesen förmlich den Unterricht des aufmerksamen und eifrigen Meisters. Vorzügliche Bilder arbeitender Glasbläser unterstützen die Darstellung auf das wirksamste und sind eine schöne Bereicherung der neuen Auflage. Die anderen Teile des Buches kommen besonders dem Glasbläser von Beruf zugute und umfassen ungefähr alles, was in sein Fach fällt. *Vn.*

**Dräger-Gasschutz im Luftschutz.** 2. Ausg. (mit Ergänzungen). 288 Seiten mit 91 Bildern. Lübeck 1933: Drägerwerk. Kommissionsverlag H. G. Rahtgens G. m. b. H., Lübeck.

Solange es Länder gibt, die Bombenflugzeuge besitzen, solange werden für alle Menschen Spreng-, Brand- und Gasgefahren aus der Luft drohen. Eine Gefahr verliert viel von ihrem Schrecken, wenn man sie genau kennt und über die Möglichkeiten Bescheid weiß, sich davor zu schützen. Das deutsche Volk ist wegen seiner Waffenlosigkeit und wegen der Lage des Reiches im Herzen Europas am schwersten bedroht. Deshalb muß es mit allen zulässigen Mitteln aufgeklärt und zum Selbstschutz erzogen werden; im Ernstfalle der Not darf die seelische Widerstandskraft nicht verloren gehen. Ein vorzügliches Mittel für jeden, der sich ernstlich über den Schutz gegen Gase unterrichten will, bietet die Schrift des Dräger-Werkes Lübeck. Sie ist keineswegs, wie Gewinn-sucht-Schnüffler vermuten könnten, eine Werbeschrift zum Wohl der Firma. Die Sätze: „Es ist nun einleuchtend, daß es nicht denkbar ist, eine ganze Bevölkerung mit solchen Schutzmitteln zu versehen. Schon eine allgemeine Einführung von Gasmasken würde sehr hohe Kosten verursachen“ (S. 55), diese Sätze, zusammengehalten mit der

ganzen Anlage des Buches, beweisen, daß hier Gemeinnutz vor Eigennutz geht.

Für den Abschnitt über die allgemeine Rechtslage ist ein Bericht des Schweizer Ministers DINICHERT zugrundegelegt, der zu dem erschütternden Schluß kommt: „Die gegenwärtige Rechtslage bietet uns also keine absolute Gewähr dafür, daß das Gas in einem künftigen Kriege nicht als Kampfmittel verwendet werde. Diese Feststellung macht es den Regierungen und den Völkern zur gebieterischen Pflicht, sich vorzusehen“. Die Rechtslage für Deutschland und für das Rote Kreuz wird durch einen (gekürzt wiedergegebenen) Vortrag geschildert, den R. HANSLIAN im Deutschen Luftschutzverband gehalten hat. H. DRÄGER berichtet über die städtebaulichen Luftschutzforderungen. Zwei Schweizer Sachverständige, Oberst i. Gst. BANDI und der Chef der Kriegstechnischen Abteilung Oberst FIERZ bringen militärische und technische Erwägungen über die Verwendbarkeit der Gaswaffen. G. STAMPE und F. BANGERT untersuchen die Frage: „In welchem Umfang droht Gas aus der Luft?“ O. SOMMER schreibt über „Lostvernichtung“, d. h. über die Beseitigung der Gelbkreuzflüssigkeit (Di-chlor-di-äthyl-sulfid), die eigentlich nur die Mitglieder einer Gaswehr angeht. (Im Nachtrag hat H. DRÄGER ein praktisches Beispiel dieser Art genau durchgesprochen.) Dann folgen Ausführungen über Kollektiv-Gasschutz, die ganz besonders wichtig sind, weil immer nur verhältnismäßig wenige tätig zum Schutz gegen Einsturz, Brand und Vergiftung herangezogen werden können, während die große Masse der Menschen so ruhig und so schnell wie möglich die Maßnahmen befolgen muß, die zu ihrer Sicherheit vorbereitet sind und jeweils getroffen werden. Hierher gehört der von H. STELZNER bearbeitete Raumschutz mit den Fragen nach Lage, Größe, Gasdichtigkeit und Lufterneuerung der Räume in Sammelstellen und in Wohnhäusern. Ausführlich mit reichem Bildwerk bespricht CHRISTENSEN den Schutz der Einzelpersonlichkeit durch den leichten Gasschutz der Masken mit Filtereinsatz und den schweren Gasschutz mit Sauerstoffgeräten. Die chemische Tarnung, die Vernebelung, hat, wie STAMPE einleuchtend zeigt, nur Wert für bewegte Gegenstände, für Vorgänge; unbeweglichen Zielen bietet sie wenig Schutz. Man darf wohl noch hinzufügen, daß die künstlichen Nebel bei erfolgreichem Angriff sogar gefahrerhöhend wirken, weil sie die Rettungsarbeiten erschweren. W. HAASE-LAMPE erörtert die sachlich begründete Verschiedenheit der Erziehung und Ausbildung für den aktiven und für den passiven Luftschutz; die Schwierigkeiten hierbei sind nicht zu unterschätzen. Infolgedessen müssen alle wilden, dilettantischen Lehrgänge unterbleiben. Eine unerlässliche Vorbedingung des Gelingens ist eine sorgfältige Menschen-auslese für den aktiven Schutzdienst. Ersprößliche Arbeit für die Sicherheit des ganzen Volkes kann nur mit Hilfe der Lehrerschaft aller Schularten geleistet werden. Alle Geeigneten aus dieser Kreisen sollten zur Luftschutz-Lehrfähigkeit und -Lehrtätigkeit herangebildet werden. Die weit-

reichenden Aufgaben der Ärzte und die Rettungstellen für Gaskranke schildert O. MUNTSCHE. In den Nachträgen der zweiten Auflage sind die genannten Angaben über den Verlauf durchge-

führter Lehrgänge sehr lehrreich. Ein umfangreiches Schriftenverzeichnis am Schluß ermöglicht ein weiteres Studium.

R. Winderlich, Oldenburg i. O.

## Vereine und Versammlungen.

**Bericht über die 35. Hauptversammlung des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts in Erfurt vom 9. bis 13. April 1933.**

Nach den Begrüßungen von seiten der Reichs-, Länder- und Kommunalbehörden, der Lehrinstitute und -verbände — auch Deutsch-Österreich war vertreten — am Abend des 9. April, begann am 10. April die erste allgemeine Sitzung (praktische Biologie) mit dem Vortrag von Prof. Dr. JUST (Greifswald) über „Die Persönlichkeit als erbbiologisches und eugenisches Problem“. Die Behandlung der Einheit der Persönlichkeit nach psychologischen und erbbiologischen Gesichtspunkten führt trotz der Fülle der einzelnen Persönlichkeitsbilder auf die Herausarbeitung typischer Persönlichkeitsformen hin. Die Fragestellung und Arbeitsweise der hier tätigen Wissenschaftszweige wird umrissen und durch Lichtbilder erläutert. Nach dieser theoretischen Einführung wird die Brücke zur Praxis geschlagen und gezeigt, daß die Erhaltung des wertvollen Erbgutes für den Volkskörper ebenso wichtig ist, wie die Befreiung von minderwertigem. Positiv und negativ kann die Eugenik an der Steigerung vielfältiger kultureller Zukunftsarbeit wirken. Den Schluß des Vortrages bildet eine Erörterung des biologischen Standortes des Individuums und die Darlegung seiner Einordnungsmöglichkeit nach dem individuellen, soziologischen und generativen Gesichtspunkt.

Volkswirt Dr. WINNE (Erfurt) sprach über „Die Bedeutung der Erfurter Gartenbauwirtschaft für die deutsche Nutzpflanzenbewirtschaftung“. Die Stärkung der bodenständigen Wirtschaftszweige ist in unserer Zeit volkswirtschaftlich von entscheidender Bedeutung. Einer ihrer Zweige, der Gartenbau, reicht mit 2 Milliarden Reichsmark Jahresumsatz nahe an den der Schwerindustrie heran. Es wetteifern bei der Steigerung der Nutzpflanzenwirtschaft die Erbbiologie (Züchtung) und die biologische Chemie (Bodenbearbeitung), um allgemein für die Volksernährung und im besonderen für die Ernährungsphysiologie und diätetische Therapie (Vitaminforschung) zu höheren Leistungen zu gelangen. In den Erzeugnissen selbst und besonders in der Samenzucht hat der Erfurter Gartenbau für die praktische Biologie und Wirtschaft eine Bedeutung erlangt, die weit über die Grenzen des Reiches hinausreicht. Ein Film führte die Hörer durch einen Großbetrieb. St.-R. KERST (Zwickau) leitete vor etwa 600 Teilnehmern eine Entschliebung ein. Mathematik und exakte Naturwissenschaften sind bei den letzten Reformen stark zurückgedrängt. Dem deutschen Wesen durchaus fremde Einflüsse sind Triebfedern dazu gewesen. Wie auf

allen Lebensgebieten, müssen auch Erziehung und Bildung so gestaltet werden, daß sie den wahren Interessen des Volkes dienen. Die Entschliebung sagt, daß die Aufstellung der Ziele und Wege deutscher Erziehung und Bildung, gegründet auf das Gedankengut der deutschen Freiheitsbewegung, nur unter sachgemäßer Würdigung von Mathematik und Naturwissenschaften erfolgen kann. Die Annahme erfolgte einmütig. Eine weitere Entschliebung fordert eingehende Ausbildung in Erbbiologie und Eugenik auf Universität und Schule und eine dritte Eingliederung der Belehrung über Gas- und Luftschutz in den naturwissenschaftlichen Unterricht.

Die mathematischen Fachsitzungen am 11. und 12. April behandelten als Hauptthema die Abbildungsidee im Geometrieunterricht. Das Ziel war Stärkung der Geometrie gegenüber der Analysis.

O.-St.-Dir. Dr. WOLFF (Hannover) gab einen Rückblick über „Die Entwicklung der Abbildungsidee in Wissenschaft und Schule“. In Frankreich werden Zentralprojektion, das Abbilden und die unendlich fernen Elemente (seit DESARGUES) und die Parallelprojektion (seit MONGE) gemeinsam von PONCELET bearbeitet. In Deutschland begründet LEIBNITZ das Kontinuitätsprinzip, das FELIX KLEIN dem Erlanger Programm zugrunde legt; dieses bringt, von FIEDLER vorbereitet, die Vereinheitlichung der rein geometrischen Grundlegung (STEINER, STAUDT) mit der algebraischen (MÖBIUS). In der Schule setzt die Lösung von Euklid seit PESTALOZZI ein. Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts gewinnt die projektive Behandlung an Boden (BÖGER).

St.-R. Dr. BOSCH (Aachen) sprach über „Die Systematik des Geometrieunterrichtes auf Grund des Erlanger Programms“. KLEIN fordert, geometrische Gebilde hinsichtlich solcher Eigenschaften zu untersuchen, die durch Abbildungsgruppen nicht zerstört werden. Nach Klärstellen einiger Einschränkungen werden die Zusammenhänge zwischen den Begriffen „Äquivalenz“ und „Gruppe“ dargelegt. Der analytische Weg der Gruppenbildung ist im Unterricht zu schwierig; es bleibt daher nur der geometrische. Auf diesem Wege werden Gruppen mit ihren Invarianten samt Äquivalenz aufgebaut und diskutiert. Der Redner verweist auf die Werke von K. FLADT (1928—31), H. BECK (1929—30) und W. SCHWAN (1929).

St.-R. Dr. FLADT (Stuttgart) besprach „Die Auswirkung des Abbildungsgedankens in den heutigen Schulbüchern“. Drei Fälle sind zu unterscheiden: 1. der Gedanke hat vereinzelt Eingang gefunden; 2. die Mehrzahl der in Frage

kommenden möglichen Abbildungen wird ohne deren Voraussetzungen behandelt; 3. dasselbe geschieht mit Behandlung der Voraussetzungen einschließlich des Gruppenbegriffes. Der Vortrag wird im Druck erscheinen.

Prof. Dr. SALKOWSKI (Berlin) stellte in seinem Vortrag „Der geometrische Unterricht auf der höheren Schule und auf der Hochschule“ das Gemeinsame auf beiden Schularten an die Spitze und wünschte vorwiegend in der Stoffauswahl Differenzierung. Die Gewöhnung an wissenschaftliches Denken muß im Vordergrund stehen. Das Herausarbeiten der leitenden Gesichtspunkte ist schwierig, aber überwindbar, wie im einzelnen gezeigt wird. Anschauliche Verfahren sind zu pflegen. Endlich wird gewarnt vor der Verwechslung von Gruppenbegriff mit anschaulicher Geometrie, wie es in der neueren Literatur gelegentlich geschieht.

St.-R. Dr. HEILAND (Jena) sprach über den „Sinn der Multiplikation mit beliebigen Zahlen“, erläutert an dem Beispiel  $(-a) \cdot (-b)$ .

St.-R. TOOREN (Tilsit) behandelte die „Vektorrechnung im Unterricht“. Die grundlegenden Vorstellungs- und Begriffsbildungen müssen auf der Mittelstufe erfolgen; auf der Oberstufe kann der Aufstieg zur Vektoranalysis in der Koordinatengeometrie, der Lehre von den komplexen Zahlen, der Dynamik und Elektrizitätslehre durchgeführt werden.

Priv.-Doz. Dr. WEISS brachte Gedanken „Aus der komplexen Geometrie“, in denen er den Wert der Abbildung gegenüber der abstrakten Einführung der Gaußschen Ebene hervorhob.

Endlich erläuterte Prof. Dr. v. Gruber (Jena) die Anwendung der Abbildungs-idee auf die Geräte, die aus senkrechten Flugzeugaufnahmen die Herstellung eines Kartenbildes mit Schichtlinien ermöglichen. Ein Stereoplanigraph wurde in Jena vorgeführt.

An allen drei Tagen fanden physikalische Fachsitzungen statt. Prof. Dr. R. W. POHL (Göttingen) gab straff zusammengefaßt seine „Methodik der Elektrizitätslehre“. Der bisherige Weg ist für den Hochschullehrer zu unständig und zeitraubend. Die grundlegende Verknüpfung elektrischer Begriffe und Größen mit mechanischen wird als der Sache wesensfremd abgelehnt, damit zugleich deren Dimensionierung nach dem CGS-System. Den technischen Maßen wird der Vorrang gewährt, auch modernen Strom- und Spannungsmessern. Auf vier Grundpfeilern ruht die Elektrizitätslehre: Dem COULOMBSchen Gesetz für elektrische Felder, dem BIOT-SAVARTSchen Gesetz, der Induktion und dem COULOMBSchen Gesetz für magnetische Felder.

1. Das COULOMBSche Gesetz für elektrische Felder wird experimentell hergeleitet:  $K = \text{const.} \frac{e e'}{r^2}$  oder  $K = \text{const.} e \mathfrak{E}; \epsilon_0 \mathfrak{E} = \mathfrak{D}$ . Zu behandeln sind 6 Punkte: Die Entstehung des Feldes, Leiter und Nichtleiter, Influenz, die Proportionalität von  $K$  mit  $e, \mathfrak{E}$  und  $\frac{1}{r^2}$ .

2. Der stromdurchflossene Draht soll zu einer Spule gewickelt sein, deren Länge groß gegen den Durchmesser ist. Es entsteht ein Magnetfeld von der Feldstärke  $\mathfrak{H} = \frac{n \cdot i}{l} \frac{\text{Amperewindungen}}{\text{cm}}$ .

3. Bei der Induktion werden die Fälle unterschieden, in denen sich der Leiter in Ruhe und Bewegung befindet. Bei einer Induktionsspule von einer Windung (Fläche  $F$ ) tritt ein Spannungsstoß  $\Phi = \mu_0 F \cdot \mathfrak{H}$  Voltsekunden auf.  $\Phi : F = \mu_0 \mathfrak{H} = \mathfrak{B}$  ist die Kraftflußdichte oder Induktion. Bei bewegtem Leiter ist zu beachten, wie ein einfacher Versuch zeigt, daß ein permanenter Stabmagnet zu unsauberen Ergebnissen führt. Es ist

$$K = A \cdot B \cdot l \cdot i = A \cdot B \cdot e \cdot v.$$

4. Beim COULOMBSchen Gesetz für das magnetische Feld wird der Kraftfluß  $\Phi$  auf das Spulenelement lokalisiert gedacht und Polstärke genannt.

$$\text{Dann ist } K = A \Phi \mathfrak{H} = \frac{1}{4\pi\mu_0} \frac{\Phi \Phi'}{r^2}.$$

Der Aufbau vollzieht sich unter Verwendung von nur drei Konstanten der Gleichungen  $K = \text{const.} e \mathfrak{E}, \theta = \epsilon_0 \mathfrak{E}, B = \mu_0 \mathfrak{H}$ .

Entnimmt man etwa  $\mu_0$  und  $\epsilon_0$  den Beziehungen  $L = \mu_0 \cdot \frac{n^2 \cdot F}{l}$  und  $C = \epsilon_0 \cdot \frac{F}{d}$ , so ist

$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ . Je nach der Dimensionierung erhält man die verschiedenen Maßsysteme.

Prof. Dr. K. HAHN (Hamburg) behandelte dasselbe Gebiet vom Standpunkte der höheren Schule. Diese muß der anschaulichen Begründung elektrischer Begriffe die größte Aufmerksamkeit zuwenden. Nicht die Materie, sondern der leere Raum muß als Träger elektrischer und magnetischer Eigenschaften angesehen werden. Elektrische Spannung und Feldlinienzahl können aus Feldlinienbildern anschaulich dargestellt und begründet werden. Als Maß für die Spannung dient die auf jederzeit reproduzierbaren Normalfeldern aufgebaute Grundeinheit 1 Volt, für die Feldlinienzahl die elektrolytisch definierte internationale Stromstärkeneinheit 1 Ampere, die beim Feldzerfall auftritt. Die Merkmale des konstanten elektrischen Feldes werden behandelt, das Verteilungsgesetz der Feldlinien abgeleitet, Influenz und Polarisation vom Standpunkte des Feldbegriffes dargestellt. Die Verknüpfung mit der Mechanik geschieht durch die Äquivalenz zwischen elektrischer Feldenergie und kalorischer sowie mechanischer Energie. Das konstante magnetische Feld wird ähnlich dem elektrischen behandelt. Auf das elektromagnetische Feld samt Induktion folgen die qualitativ ausgesprochenen MAXWELLSchen Gesetze und die elektromagnetischen Wellen. Unter Verwendung des Feldbegriffes ist ein tiefer Einblick in den Mechanismus der elektrischen Leitung zu gewähren. Ziel und Aufbau des Unterstufenunterrichtes werden kurz erörtert<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> HAHN, K.: Zur Reform des Unterrichtes in der Elektrizitätslehre. B. G. Teubner 1933 und HAHN-HENKEL: Lehrbuch der Physik, Ausgabe A. B. G. Teubner 1933.

In der Aussprache führte Prof. Dr. C. FISCHER (München) aus, man möge die Bedeutung des CGS-Systems für den Fortschritt der Erkenntnis nicht unterschätzen.

St.-R. Dr. G. HEUSSEL (Gießen) untersuchte kritisch die Terminologie der Elektrizitätslehre und zeigte einen Modellversuch: Die Wirkungsweise der Elektronenröhre. Die Elektronen werden durch Wasserstäubchen dargestellt, durch Druckluft erzeugt. Nach Anlegen geeigneter Spannungen ist die Elektronenbewegung äußerst anschaulich zu sehen.

Ferner zeigte Dr. HEUSSEL zirkularpolarisierte Kurzwellen. Zwei Dipole, die sich senkrecht kreuzen und deren Abstand  $\frac{\lambda}{4}$  ist, senden eine solche Welle aus. Mit einem auf  $\frac{\lambda}{4}$  verkürzten LECHER-System gelingt die Erzeugung dieser zirkularpolarisierten Welle.

Dr. FRIEDRICH MOELLER von der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Berlin sprach über „Neue Versuche mit hohen Frequenzen“. Ein kleiner Gegenakt-Röhrengenerator erzeugt eine Frequenz von etwa  $10^7$  Hertz bei einer abnehmbaren Leistung von 10 Watt. Die Betriebsspannung ist 220 Volt (= oder ~). Die Induktivität des Schwingkreises ist eine kleine Kurzwellenspule mit 7 Windungen, die Kapazität nicht ein Drehkondensator, sondern es werden statt dessen zwei in einer Entfernung von etwa 1 m einander gegenübergestellte Leiterplatten ( $60 \times 60$  cm) benutzt. Das magnetische Wechselfeld in der Spule wird nachgewiesen durch die Glühlampensonde mit einer Windung, die der Generatorspule genähert wird. Das elektrische Wechselfeld wird durch die „elektrische Platten-sonde“ nachgewiesen. Sie besteht aus 2 Plattenkondensatoren ( $30 \times 30$  cm) mit einer dazwischengeschalteten Glühlampe, die in etwa 25 cm Entfernung den Generatorplatten gegenübergestellt werden; die Glühlampe leuchtet dann hell auf.

Die Schwingungen in den Sonden sind durch starke Kopplung „erzwungen“. „Freie“ Schwingungen (Resonanz) treten nur bei Abstimmung auf, die Kopplung kann viel loser sein. Die magnetische Sonde wird durch einen angeschalteten normalen Drehkondensator abstimmbare gemacht, das Lämpchen leuchtet im Resonanzfalle bei loser Kopplung auf. Die elektrische Sonde wird mit einer Spule zusammengeschaltet und durch einen kleinen parallel gelegten Drehkondensator abstimmbare gemacht. Die Sondeplatten werden weit außerhalb der Generatorplatten aufgestellt und lassen trotzdem bei Resonanz das Lämpchen hell leuchten. Man gelangt durch diese Versuche zu einer guten Vorstellung von der Wirkung eines „offenen Kondensators“ und seiner Strahlung<sup>1</sup>.

Auch Ing. ROLLER (Göttingen) zeigte elektrische Schwingungen (von 1 bis  $10^8$  Hertz) an einem mit einfachsten Mitteln hergestellten Röhrengenerator. Durch schrittweise Verminde-

rung von Selbstinduktivität und Kapazität wird ein Wellenbereich vorgeführt, dessen Anfang noch mit einem Drehpulsinstrument nachweisbar ist, dessen Ende ( $\lambda = 3$  m) durch Aufsuchen der Knoten und Bäuche mit Glüh- bzw. Glimmlampe.

Dr. H. KRÖNCKE (Berlin) erregte Platten durch Galtonpfeifchen in Verbindung mit Hohlspiegeln zu Schwingungen und zeigte ein mit Körnchen gefülltes Röhrechen als Schallempfänger für Frequenzen von 10000 bis 30000 Hertz, das auch für Beugungserscheinungen am Gitter und zu Interferenzversuchen verwendbar ist.

Im Rahmen der 2. allgemeinen Sitzung berichtete Prof. Dr. JOOS (Jena) über die Nachprüfung des MICHELSON-Versuches im Zeißwerk zu Jena; hier wurde auch von ihm das Gerät gezeigt und erläutert. Anlaß für die Wiederholung war die Nachricht aus Amerika (1926), daß ein positiver Effekt von etwa  $\frac{1}{10}$  für den zu erwartenden Ätherwind gefunden sei. Die mit außerordentlich großen Mitteln unternommene Wiederholung des Versuches beweist jedoch, daß nicht  $\frac{1}{1000}$  des erwarteten Effektes vorhanden ist.

Prof. Dr. WEBER (Freiburg) führte zur „Behandlung der Elektrodynamik auf der Oberstufe“ aus, daß der Kraftbegriff in den Vordergrund gestellt werden müsse. WEBER schildert seinen Lehrgang, bei dem ein von KOHL hergestelltes Magnetometer Verwendung findet.

Von den beiden chemischen Fachsitzungen war eine der Ausgestaltung des Unterrichtes in der organischen Chemie auf der Oberstufe gewidmet.

Prof. Dr. FRANCK (Hamburg) führte aus, daß der Unterricht in der organischen Chemie auf der Oberstufe der Realanstalten durch die letzte preußische Reform auf wenige Wochenstunden beschränkt und durch den Pendelunterricht an die Biologie gefesselt ist. Beide Fächer werden nur gedeihen können, wenn sie bei ihrer Zielsetzung auf eine notwendige Gemeinschaftsarbeit Rücksicht nehmen. Es muß aber vermieden werden, daß diese Fächer die ihnen eigentümliche Naturbetrachtung verkümmern lassen, denn nur diese Individualität gibt ihnen das Recht, gesonderte Unterrichtsgebiete zu sein. Es folgen praktische Vorschläge zur methodischen Behandlung einzelner Abschnitte des Lehrstoffes.

Prof. WINDERLICH (Oldenburg) sprach über „Biologie, Chemie und Heilkunde“. Die Ausnutzung des natürlichen Zusammenhanges zwischen diesen drei Gebieten erhöht seine Wirksamkeit und Lebensnähe. Der Schulmann muß trotz aller Ehrfurcht vor der reinen Forschung den Wert der angewandten Naturwissenschaft für die Volksgenossen berücksichtigen und die drei Gesichtspunkte beachten: das formale Üben des Denkens, das reale Erwerben verwertbarer Kenntnisse und Fähigkeiten und das ethische Erziehen zum staatsbürgerlichen Gedanken. Zwischen den drei Fächern bestehen vielseitige Zusammenhänge. Das Wirken der Fermente, Enzyme und Hormone, der Kampf gegen pflanzliche und tierische Schädlinge, Gasschutz und Erblehre sind durch

<sup>1</sup> Vgl. F. MOELLER: Diese Zeitschrift 44, 194 (1931) u. 45, 247 (1932).

Beobachtung und Experiment der Jugend näher zu bringen, ebenso aber die Erkenntnis, daß uns die tiefen, wahren Gründe ihres Wirkens noch immer verborgen sind.

Dr. M. SCHMIDT (Hamburg) führte „Neue Methoden und Apparate zur quantitativen Bestimmung von C-Verbindungen“ vor. Das Verfahren ist zum großen Teile völlig neu und gestattet die quantitative Verbrennung von gasförmigen, flüssigen und festen Verbindungen von C, H und O in verhältnismäßig kurzer Zeit. Der grundlegende Unterschied von früheren Methoden besteht in der Verwendung von Gasmeßgefäßen ohne Sperrflüssigkeit. Theoretisch neu ist ferner die quantitative Bestimmung des durch äußeren O verbrannten H, sowie des intramolekular verbrannten H-Teiles mit dem O der Verbindung zusammen als  $H_2O$ . Die Verwendung der neuen Kolbenprober ermöglicht auch die bequeme Analyse von Gasgemischen (Leuchtgas, Generatorgas, Wassergas usw.), sowie die gefahrlose quantitative Verbrennung von niedrig siedenden Flüssigkeiten. Die neuen Verfahren bedeuten für Unterricht und Technik einen sehr großen Fortschritt<sup>1</sup>.

St.-R. Dr. SCHINDEHÜTTE (Frankfurt a. M.) sprach über „Rudolf Arendt und die Gegenwart“. Seine Grundsätze sind mit den wissenschaftlichen und pädagogischen Fortschritten unserer Tage durchaus vereinbar. Auch der Chemieunterricht muß die gesunden Kräfte der Gegenwart bejahen und den Kampf gegen die Vorherrschaft des auflösenden und zersetzenden Denkens aufnehmen, das den Sinn für das Ganze vernichtet hat. Das Werk ARENDTS fortführen heißt, den Anschluß an die geistige Einstellung unserer Zeit finden.

Dr. KINTTOF (Greiz) (Katalytische Reaktionen im Gebiete der organischen Schulchemie) trat für quantitative Experimente in Synthese und Analyse ein; besonders katalytische Reaktionen bieten unschwer die Möglichkeit, wenigstens in grundlegenden Fällen die Formel des Reaktionsproduktes experimentell zu ermitteln. Nach seinem Lehrbuch der organischen Chemie für den Unterricht an höheren Schulen zeigt er die Addition von Br an Acetylen unter dem Einfluß von Sonnenlicht (Lichtkatalyse) und als entsprechende Reaktion die Anlagerung von H an Acetylen unter dem Einfluß von Ni als Katalysator (Ni-Hydrierung), ferner die Abspaltung von  $H_2O$  aus Äthylalkohol mittels Aluminiumoxyd, die zu Äthylen führt, und die Abspaltung von H aus demselben Alkohol mittels Fe, die Acetaldehyd liefert. Aus dem Verlauf der Reaktion wird jeweils die Reaktionsgleichung abgeleitet.

St.-R. MALEWSKI (Gleiwitz) behandelte „Die Entstehung der chemischen Formel“ am Beispiel des Benzols. Die Substanz wird in 5 bis 10 Minuten mit CuO in einem Reagenzglas ver-

brannt. Das Wasser wird in einer geschlossenen Chlorcalciumröhre absorbiert und gewogen, das Kohlendioxyd volumetrisch bestimmt. Zur Molekulargewichtsbestimmung (V. MEYER) benutzt der Vortragende eine Vorrichtung, die mit 1 bis 2 Ampere ohne weitere Bedienung auf über  $300^{\circ}$  konstant geheizt werden kann. Nach Vereinfachungen in der Handhabung hat sich das Verfahren für Schülerübungen (Doppelstunde) als geeignet erwiesen. In gedanklicher Hinsicht erscheint die Untersuchung des Benzols für die Schule als besonders geeignet, indem sich die einfache Analysenformel  $CH$ , dagegen die sechsfache chemische Formel  $C_6H_6$  ergibt.

In der biologischen Fachsitzung erörterte Prof. Dr. SMALIAN (Hannover), ein Mitbegründer des Vereins („Die Bedeutung des biologischen Unterrichtes für die Oberstufe der höheren Schulen“), die Gründe, die zur Vernachlässigung der Biologie geführt haben, und forderte Vertiefung des biologischen Lehrstoffes. O.-St.-Dir. Dr. RABES (Nordhausen) sprach über die notwendige Behandlung der Eugenik in der Schule, Dr. STENGEL (Gerstungen) über das 6 ha große biologische Schulgebiet im Werratal und Dr. SCHILDER (Naumburg) über die Züchtung reblausfreier Weinreben.

In der geographischen Fachsitzung sprachen Landesgeologe Dr. DEUBEL (Jena) über den gegenwärtigen Stand der geologischen Landesaufnahme von Thüringen und St.-R. E. LEHMANN (Merseburg) über die vorgeschichtliche Besiedelung des Erfurter Gebietes.

In der Geschäftsitzung wurde Berlin als Ort der Tagung 1934 bestimmt. An Stelle des zurückgetretenen O.-St.-R. Dr. MANNHEIMER wurde O.-St.-Dir. Dr. PETZOLD (Berlin) in den Vorstand und Prof. Dr. W. FRANCK (Hamburg) zum Fachberater gewählt.

Am letzten Tage fanden Exkursionen nach Gerstungen, Weimar, Ilmenau, Leuna, Naumburg und Jena statt. Hier führte Prof. Dr. JENTZSCH im Abbeanum zahlreiche Versuche aus dem Gebiet der meist angewandten Optik vor.

Die Schulausstellung der Humboldtschule, in der die Sitzungen stattfanden, fand viel Beachtung. Mehrere Lehrmittelfirmen hatten ihre Erzeugnisse ausgestellt. Die Firma Carl Zeiß in Jena lieferte für die Vorträge neuere Projektionsgeräte.  
O. Reuter (Hamburg).

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichtes in Wien. Bericht über die Vereinstätigkeit im 39. Vereinsjahre (Schuljahr 1932/33).

#### A. Vorträge.

20. September 1932. Obereichrat Dr. ALBERT WELLIK: Längenmessung durch Interferenz; Dr. S. REISCH: Der Differentialkondensator und seine Anwendung; Dr. J. STULLA GÖTZ: Die internationale Temperaturskala; Ing. BRUCKMAYER: Messen in Wärme- und Schallschutztechnik.

<sup>1</sup> Vgl. Naturwiss. Mh. 1931, H. 3, 1932, H. 4. Unterrichtsblätter 1931, H. 2; diese Zeitschrift 45, 145 (1932).

21. September 1932. Dr. ARTHUR BOLTZMANN: Elektrisches Messen; Dr. OTTO FRANKE: Die Wechselstromleistungsgrößen; Ing. SIGMUND STRAUSS: Röntgen- und Grenzstrahlenmessung.

25. September 1932. Kommerzialrat KARL WOYTACEK: Aus der Geschichte des Thermometers.

15. Oktober 1932. Ing. FERDINAND DEUTELMOSER: Österreich im Luftverkehr.

21. Oktober 1932. Kommerzialrat OTTO A. GANSER: Messen und Wägen in Volks- und Staatswirtschaft.

22. Oktober 1932. Ing. JOSEF SCHÖNECKER: Eine technisch gemeinverständliche Übersicht der Kraftmaschinen; Hofrat Dr. ALOIS BROMMER: Goethes Farbenlehre.

25. Oktober 1932. Professor HEINRICH PABISCH: Anthony van Leeuwenhoek.

28. Oktober 1932. Dr. NAGLER: Wägen einst und jetzt.

29. Oktober 1932. Dozent Ing. MAX SOESER: Rationalisierung und Mechanisierung im Bauwesen.

5. November 1932. Baudirektor Ing. LUDWIG BRANDL: Die Hochwasserkatastrophe am Yantsekiang.

19. November 1932. Professor Dr. PAUL ERNST: Ein Blick ins Innere der Materie. Zusammenfassender Bericht über den derzeitigen Stand der technischen Röntgenologie.

26. November 1932. Ing. TUCEK: Die Tonfilmkoffer-Apparatur der Fa. Siemens & Halske. Direktor Dr. JOH. P. HAUSTEIN: Vorführung naturwissenschaftlicher und technischer Filme.

3. Dezember 1932. Prof. Dr. FRIEDRICH BÖCK: Kunstseide. Oberbaurat Dr. ALFRED BASCH: Dimensionsbetrachtungen und Dimensionsmodell.

10. Dezember 1932. Ing. ERICH DOLEZAL: Zukunft der Raketentechnik; Prof. Dr. techn. Ing. WLADIMIR MAXYMOWICZ: Die Chemie des Azetylens in Schulversuchen.

17. Dezember 1932. ANDREAS REISCHEK: Vom Erfindergeist des Eiszeitmenschen.

14. Januar 1932. Prof. Dr. KARL IPPISCH: Die Verwendung des BRAUNschen Elektrometers für Hochspannungsmessungen im Unterrichte.

19. Januar 1933. Dr. A. RAZDOWITZ: Bericht über moderne Empfängerprobleme.

21. Januar 1933. Dozent Prof. Dr. HANS BAUER: Yo-Yo-Spiel und Energierad.

25. Februar 1933. Ing. HANNS KOCH: Lichtquellen von einst und jetzt.

9. März 1933. FERDINAND OHME: Einfache Aufbaugeräte für Versuche aus der Elektrizitätslehre.

11. März 1933. Ing. JOSIP SLISKOVIC: Die neuesten Radioempfänger im Lichte des kommenden Bisambergensenders. Automatische Lautstärke-Regelung und Fadingkompensation. Bedeutung des Superhetempfängers. Neue Radioröhren. Naturgetreue Wiedergabe von Orts- und Fernsendungen. Moderne Lautsprecher.

25. März 1933. Prof. JOHANN LIST: Eine einfache Oszillographeneinrichtung für Wechsel- und Drehstrom (Ergänzung zu den Phywe-Transformatoren).

8. April 1933. FERDINAND OHME: Einfache Aufbaugeräte für Wechselstromversuche bei Netzanschluß.

22. April 1933. Prof. Dr. KARL IPPISCH: Die Entwicklung der elektrischen Ausrüstung des physikalischen Laboratoriums der I. Bundes-Realschule in Wien II in den Jahren 1922—1932.

29. April 1933. Krausfeier zur Erinnerung an die beiden gründenden Mitglieder Regierungsrat KONRAD KRAUS und Dr. ISIDOR KRAUS. LUDWIG ANTONICEK: Stromgleichrichtung mit einer Ostar-Hochvoltröhre; Schulrat JOSEF DEISINGER: Energie eines Hammerschlages, Peltonradmodell; LEOPOLD DOBROWOLNY: Einfache Vorrichtungen zur Messung von Windgeschwindigkeit und Winddruck, Blitztafel, Teslatransformator; JOSEF EDELMAIER: Einige Leuchtgasversuche; Dr. PAUL ERNST: Die Grundidee einiger elektrischer Musikinstrumente; FRANZ KATOLICKY: Ein einfacher Oszillator; Schulrat HANS KELLERMANN: Einiges vom Luftdruck, Schnurreibung, die „verseuchte“ elektrische Lampe, Drosselwirkung eines Solenoides; PAUL KOLLER: Umbau eines elektrischen Gleichrichters von KREMENETZKY; JOSEF LEHNERT: Der Lupenprojektor „Fuchspro“ der Fa. Carl Reichert als Lichtquelle für optische Versuche.

6. Mai 1933. Gymnasialdirektor ALFONS HALTMEYER: Zur Behandlung der Lehre von den Kräften im Unterrichte.

13. Mai 1933. Privatdozentin Dr. FRANZISKA SEIDL, Assistentin am I. Physikalischen Universitätsinstitut: Einfache Versuche aus verschiedenen Gebieten der Physik.

27. Mai 1933. Prof. Dr. techn. Ing. WLADIMIR MAXYMOWICZ: Die Chemie des Formaldehydes in Schulversuchen.

#### B. Besichtigungen.

20. September 1932: Vormittag: Telephonzentrale, Wien III. Nachmittag: Feuerwehrzentrale, Wien I, Am Hof.

21. September 1932: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen.

22. September 1932: Vormittag: Städt. Elektrizitätswerke, Wien XI. Nachmittag: Psychotechnisches Institut, Wien I.

3. Oktober 1932: Wasserwerk, Wien, Rosenhügel und Sendestation am Rosenhügel.

5. Oktober 1932: Entnikotinisierungsanstalt Falk, Wien XV.

12. Oktober 1932: Polizeimuseum, Wien IX.

16. Oktober 1932: Flugfeld Aspern.

19. Oktober 1932: Staatsdruckerei.

22. Oktober 1932: Druckerei der Neuen Freien Presse.

26. Oktober 1932: Städt. Gaswerke, Wien XI.

26. November 1932: Schulrundfunkempfangsanlage der Bundes-Realschule, Wien XIII.

31. März 1933: Erdgasbohrungen bei Ober-Laa.

9. Mai 1933: Ausstellung „Lehrerarbeit auf dem Gebiete des physikalischen und chemischen Unterrichtes“ in Wien III.

11. Mai 1933: Ausstellung „Lehrerarbeit auf dem Gebiete des physikalischen und chemischen Unterrichtes“ in Wien VIII.

8. Juni 1933: Neue Senderanlage auf dem Bisamberge bei Wien.

#### Vereinsleitung.

Obmann: O. ö. Universitätsprofessor, Vorstand des chem.-analyt. Laboratoriums, Dr. ADOLF FRANKE.

Obmann-Stellvertreter: Hofrat Dr. KARL BRUNO und Studienrat FRIEDRICH BRANDSTÄTTER.  
Geschäftsführer: Regierungsrat KARL MÜLLNER (Wien IV, Schelleingasse 39).

Vereinszeitschrift: „Physik und Chemie“; Hauptschriftleiter: Professor Dr. RUDOLF BERANEK (Wien VI, Amerlingstraße 6).

### Aus Werkstätten.

#### Präzisions - Absolut - Viskosimeter nach Duffing.

Die Firma Ströhlein & Co. in Hamburg 8, Kl. Reichenstr. 21/23 „Christianshof“, hat eine neue Zähigkeitswaage herausgebracht, deren Vorteile hauptsächlich ihre korrekturfrenie hydrodynamische Grundlage, die Brauchbarkeit in einem breitesten Temperaturbereich (bei Ölen bis zum Flammpunkt), leichte Bedienbarkeit bei größter Meßgenauigkeit und eine einfache Gestaltung aus unzerbrechlichem Material bilden. Als pädagogischer Vorzug des DUFFING-Viskosimeters darf hervorgehoben werden, daß es das Prinzip des Schubwiderstandes anschaulich erkennen läßt.

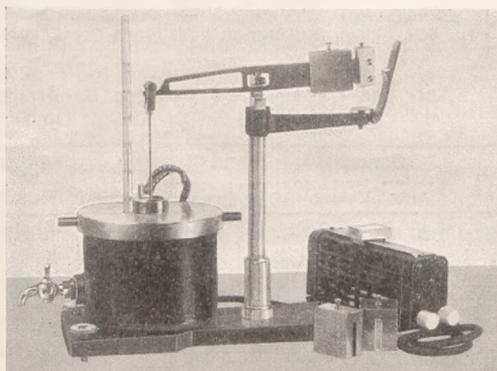
Der Apparat (s. Figur) besteht aus einem Stahlzylinder mit einer zylindrischen, unten verschlossenen Bohrung zur Aufnahme der Versuchsfüssigkeit. Der Zylinder steht, von einem elektrischen Heizkörper und einem Schutzgefäß umgeben, auf einer Grundplatte, die außerdem eine Hebelwaage trägt. An dem einen Ende des Waagebalkens, welches senkrecht über der Zylinderbohrung liegt, hängt an einer Stange eine Kugel von etwas kleinerem Durchmesser als die Zylinderbohrung, so daß sie in die Versuchsfüssigkeit eintaucht und darin, entsprechend einer Drehung des Waagebalkens, eine genau begrenzte Strecke in senkrechter Richtung bewegt werden kann. Die Länge dieser Strecke ist durch zwei Anschläge am andern Ende des Waagebalkens festgelegt. Auf die der Kugel gegenüberliegende Seite des Waagebalkens können Gewichte aufgesetzt werden, die die Kugel vom untersten bis zum obersten Punkt der Meßstrecke in die Höhe ziehen. Als Widerstandskraft tritt bei dieser Bewegung die

innere Reibung der Versuchsfüssigkeit in Erscheinung.

Die Berechnung der absoluten Zähigkeit erfolgt nach der Beziehung

$$\eta = \frac{(G + A) \cdot t}{C}$$

Hier bedeuten  $C$  eine dem Apparat beigegebene Konstante,  $G$  das Belastungsgewicht,  $t$  die Dauer



der Kugelbewegung und  $A$  die mittlere Auftriebskraft der Kugel.

Der Meßfehler bleibt bei Zimmertemperatur unter  $\pm 1.5\%$ . Der Apparat ist zur amtlichen Eichung bei Raumtemperatur von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zugelassen.

Die Fabrik ist auf Anfragen bereit, nähere Auskunft über die Vorrichtung zu erteilen.

### Korrespondenz.

**Druckfehlerberichtigung** zu dem Aufsatz 46, 145; 1933: S. JANSS, Beobachtungen an photographischen Strichspuren der Sterne.

Auf S. 154/155 ist in dem Abschnitt 2 über Aberration gedruckt:  $q - \lambda$ , im letzten Absatz dagegen:  $\delta - \lambda$ . Es muß in dem ganzen Abschnitt  $\delta - \lambda$  heißen.

Auf S. 157, Zeile 25 von unten, ist der Wortlaut „Der Betrag von  $46''$  ist für alle Sterne konstant“ zu ersetzen durch: „Der Betrag von

$46''$ , auf der Platte  $46'' \cos \delta$ , ist für alle Sterne einer Platte praktisch konstant.“

#### O. Ohmann 80 Jahre alt.

Am 22. Okt. 1933 vollendet Prof. O. OHMANN das 80. Lebensjahr. Eine Würdigung seiner Verdienste, auch um die POSKESCHE Zeitschrift, enthält das 4. Heft des 36. Jahrgangs (1923). Schriftleitung, Verlag und ein großer Leserkreis beglückwünschen den Jubilar aufs herzlichste. *Mth.*

### Himmelserscheinungen im November und Dezember 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. <sup>1</sup>	Sternzeit <sup>2</sup>	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	°
Nov. 1	14 23	-14,2	-16 19	2 39 19	15 55	-23,3	17 32	-26,2	17 0	-23,8	12 42	-3,3	20 51	-18,7
„ 6	14 43	15,8	16 20	2 59 2	16 7	23,7	17 57	26,5	17 16	24,1	12 46	3,7	20 51	18,6
„ 11	15 3	17,2	15 59	3 18 45	16 7	22,9	18 21	26,5	17 33	24,4	12 50	4,1	20 52	18,6
„ 16	15 23	18,6	15 17	3 38 28	15 51	20,7	18 45	26,2	17 49	24,5	12 53	4,5	20 53	18,5
„ 21	15 44	19,8	14 14	3 58 10	15 26	17,6	19 8	25,7	18 6	24,6	12 57	4,8	20 54	18,4
„ 26	16 5	-20,8	-12 51	4 17 53	15 9	-15,3	19 31	-24,9	18 22	-24,5	13 0	-5,2	20 56	-18,3
Dez. 1	16 26	21,7	11 10	4 37 36	15 10	15,0	19 52	23,9	18 39	24,3	13 3	5,5	20 57	18,2
„ 6	16 48	22,4	9 2	4 57 19	15 24	16,2	20 12	22,7	18 56	24,0	13 7	5,8	20 59	18,1
„ 11	17 10	23,0	7 1	5 17 2	15 47	18,0	20 31	21,3	19 13	23,6	13 10	6,1	21 0	18,0
„ 16	17 32	23,3	4 39	5 36 44	16 14	19,9	20 48	19,8	19 29	23,0	13 12	6,3	21 2	17,9
„ 21	17 54	-23,4	-2 11	5 56 27	16 44	-21,7	21 3	-18,2	19 46	-22,4	13 15	-6,6	21 4	-17,8
„ 26	18 16	23,4	+ 0 19	6 16 10	17 15	23,1	21 16	16,6	20 3	21,6	13 17	6,8	21 6	17,6
„ 31	18 39	-23,2	+ 2 45	6 35 53	17 48	-24,0	21 27	-15,0	20 19	-20,8	13 19	-7,0	21 8	-17,5

<sup>1</sup> Zeitgleichung = mittlere Zeit - wahre Zeit.

<sup>2</sup> Die Korrektion der Sternzeit für einen Ort  $\lambda$  östlich bzw. westlich von Greenwich ist  $\mp 0^s.657 \cdot \lambda^o$ .

**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
Nov. 1	6 55	16 31	15 38	6 1	Nov. 26	7 39	15 54	13 23	1 16	Dez. 21	8 8	15 48	11 5	21 39
„ 6	7 5	16 22	18 21	11 47	Dez. 1	7 47	15 50	14 48	7 36	„ 26	8 11	15 50	12 7	2 56
„ 11	7 14	16 14	—	13 45	„ 6	7 54	15 47	19 38	11 20	„ 31	8 11	15 55	15 5	8 24
„ 16	7 22	16 6	5 51	14 49	„ 11	8 1	15 46	0 35	12 24					
„ 21	7 31	16 0	12 1	19 35	„ 16	8 5	15 46	7 49	14 28					

Mondphasen 1933 M.E.Z.	Neumond		Erstes Viertel		Vollmond		Letztes Viertel	
		17. Nov. 17h 23,8m	17. Dez. 3 52,7	24. Nov. 8h 38,4m	23. Dez. 21 8,8	2. Nov. 8h 59,2m	2. Dez. 2 30,9	10. Nov. 13h 17,8m

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

1933	Merkur ☿		Venus ♀		Mars ♂		Jupiter ♃		Saturn ♄	
	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Okt. 27	—	—	Da 17,1	U 18,3	Da 17,8	U 18,2	A 4,5	Dm 5,7	Da 17,8	U 22,8
Nov. 6	—	—	Da 16,8	U 18,4	Da 17,5	U 18,0	A 4,0	Dm 6,0	Da 17,5	U 22,2
„ 16	—	—	Da 16,6	U 18,6	Da 17,3	U 17,8	A 3,6	Dm 6,3	Da 17,3	U 21,5
„ 26	A 6,1	Dm 6,6	Da 16,4	U 18,8	Da 17,2	U 17,7	A 3,1	Dm 6,5	Da 17,2	U 20,9
Dez. 6	A 5,9	Dm 6,8	Da 16,3	U 19,1	Da 17,1	U 17,7	A 2,6	Dm 6,8	Da 17,1	U 20,4
„ 16	A 6,5	Dm 6,9	Da 16,3	U 19,4	Da 17,1	U 17,7	A 2,1	Dm 6,9	Da 17,1	U 19,8
„ 26	—	—	Da 16,4	U 19,6	Da 17,2	U 17,8	A 1,5	Dm 7,0	Da 17,2	U 19,2
„ 31	—	—	Da 16,6	U 19,6	Da 17,2	U 17,8	A 1,3	Dm 7,0	Da 17,2	U 18,9

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

22. Dezember 7h 58m M.E.Z. Wintersanfang.

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.