

Einige Versuche und Messungen zur Stromresonanz.

Von Friedrich Moeller in Berlin-Tempelhof.

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

Im vierten Heft dieses Jahrganges der vorliegenden Zeitschrift (S. 162 bis 165) habe ich einige Messungen zur Spannungsresonanz am Wechselstromnetz (50 Hertz) beschrieben. Im folgenden sollen einige Versuche und Messungen zur Stromresonanz angegeben werden, die ebenfalls am normalen Wechselstromnetz ausgeführt sind. Da die Erscheinung der Stromresonanz in allen mir bekannten Lehrbüchern nur unvollständig behandelt ist, erscheint es angebracht, vor Beschreibung der Versuche eine kurze theoretische Übersicht vorzuschicken, zumal die Stromresonanz in der Schwingungserzeugung durch die Elektronenröhre eine äußerst wichtige Anwendung gefunden hat.

Theorie.

Unter Stromresonanz wird die Erscheinung verstanden, die eintritt, wenn Kapazität und Selbstinduktion zueinander parallel an eine Spannungsquelle angeschlossen werden, wobei die Bedingung erfüllt sein muß (Fig. 1):

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}, \text{ d. h. } \omega^2 LC = 1 \quad \text{oder} \quad f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}. \quad (1)$$

Der Widerstand (= Blindwiderstand) dieser Anordnung ist:

$$\Re = \frac{\omega L}{1 - \omega^2 LC}. \quad (2)$$

Ist die Bedingung (1) erfüllt, so ist der Widerstand der Anordnung ∞ , so daß der Strom I im „äußeren“ Stromkreis gleich Null wird, so groß auch die Spannung U gewählt wird.

Ist $\omega^2 LC < 1$, d. h. $\omega L < \frac{1}{\omega C}$, so ist der Strom I im äußeren Kreis induktivitätsbestimmt, im anderen Falle kapazitätsbestimmt; beim Übergangszustand $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ wechselt I seine Phase um 180° . Die Einzelströme I_C und I_L durch Kapazität und Induktivität sind völlig unabhängig voneinander und nur durch die Gleichungen gegeben:

$$I_C = U \omega C, \quad I_L = \frac{U}{\omega L}. \quad (3)$$

Der Strom I ist deswegen durch die Gleichung bestimmt:

$$I = I_L - I_C. \quad (4)$$

Ist $I_C > I_L$, so wird I negativ, d. h. der Strom erleidet einen Phasensprung von 180° . Die Bezeichnungen I bzw. U sollen die Effektivwerte der betreffenden Größen angeben. — Die Vorstellung, daß Kapazitäts- und Induktivitätsstrom auch in den Zuleitungen (äußerer Kreis) nebeneinander fließen, (allerdings in einander entgegengesetztem Sinn, und sich daher stets subtrahieren,) erleichtert in mancher Beziehung das Verstehen, doch ist diese Auslegung nicht richtig, denn in Wirklichkeit fließt draußen nur der Strom I , während der Reststrom $I_L = I_C$ abwechselnd ein elektrisches Feld im Kondensator oder ein magnetisches Feld in der Spule aufbaut: Die Energie pendelt zwischen

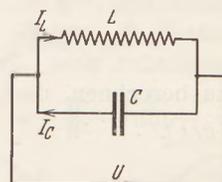


Fig. 1.
Stromresonanzschaltung
ohne Verlustwiderstand.

diesen beiden Zuständen¹. Im Resonanzfall $I = \text{Null}$ wird Energie von der äußeren Stromquelle nur im „Anfangszustand“ geliefert, währenddessen die Felder bis zu ihrer Endamplitude aufgebaut werden; nachher tritt eine Zuführung von Energie zum „Schwingungskreis“ nicht ein.

Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, daß eine „Abstimmung“ nur im äußeren Kreis erkennbar wird, — dann ist $I = \text{Null}$ —, während im Schwingungskreis eine Abstimmung nicht möglich ist. Trägt man den Strom I_L oder I_C als Funktion z. B. der steigenden Frequenz auf, so nimmt I_C zu, I_L dagegen ab, beide linear gemäß den Gleichungen (3). Ein Maximum im Schwingungskreise tritt also nicht ein, sondern nur ein Minimum im äußeren Kreise.

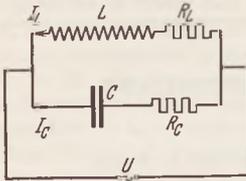


Fig. 2.
Stromresonanzschaltung
mit Verlustwiderstand.

OHMScher Widerstand, der jedoch oft vernachlässigbar bleibt; dieser Fall sei zunächst betrachtet (Fig. 2). Es seien im Kapazitäts- wie im Induktivitätszweig die Wirkwiderstände R_L und R_C gegeben, die also zu den betreffenden Blindwiderständen in Reihe geschaltet sind. Der gesamte Scheinwiderstand dieser Anordnung ist schon schwierig zu berechnen, doch wird die Behandlung erheblich leichter und für viele praktische

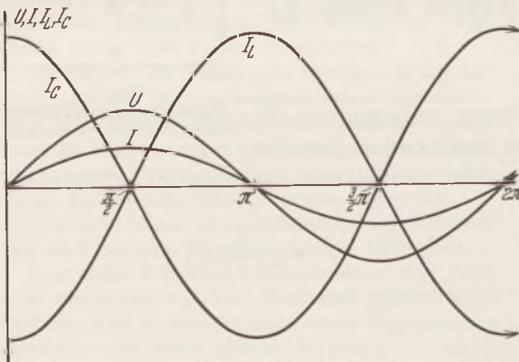


Fig. 3.
Verlauf der Ströme im Außen- und Resonanzkreis.

braucher arbeitet. Der Strom I im äußeren Stromkreise, der durch den Widerstand R_{res} fließt, ist in Phase mit der Spannung U , I ist daher ein Wirkstrom. Die Phasenverhältnisse von U , I , I_L und I_C für den Fall der Resonanz nach Gleichung (6) zeigt Fig. 3; I_L und I_C sind gegenüber dem Strom I um 90° , gegeneinander um 180° verschoben. Wie vorhin für den Idealfall $R_{kr.} = \text{Null}$ abgeleitet, fließen auch hier die Ströme I_L und I_C vollkommen unabhängig voneinander; bei Resonanz ergänzen sie sich daher im äußeren Stromkreise zu Null und es bleibt nur der Wirkstrom I übrig. Wird diese

Der Fall der Gleichungen (2) und (3) ist nur theoretisch denkbar; praktisch sind die Gleichungen nicht zu erfüllen, weil im Schwingungskreise stets ein Wirkwiderstand vorhanden sein wird, der Energie verbraucht. Auch im äußeren Kreise liegt stets

Fälle ausreichend, wenn die Wirkwiderstände gegen die Blindwiderstände sehr klein sind, d. h. wenn gesetzt werden darf:

$$R_L \ll \omega L \text{ und } R_C \ll \frac{1}{\omega C}, \quad (5)$$

wobei $R_L + R_C = R_{kr.}$ (Wirkwiderstand im Schwingungskreis).

Unter dieser Voraussetzung wird der Scheinwiderstand:

$$R_{res.} = \frac{(\omega L)^2}{R_{kr.}} = \frac{L}{CR_{kr.}}, \text{ wenn } \omega L = \frac{1}{\omega C}^*. \quad (6)$$

Dieser Scheinwiderstand ist aber in diesem besonderen Fall ein Wirkwiderstand, der also als Leistungsver-

¹ Vgl. über diese Zustände GRIMSEHL'S Lehrbuch der Physik, 6. Aufl., Bd. II, Teil 1, S. 443 u. f. 1932. — Die Bezeichnung „Scheinwiderstand“ für einen Ausdruck wie $(\omega L - \frac{1}{\omega C})$, wie auf S. 433 des Buches angegeben wird, ist aber nicht gebräuchlich. Auch dieser Ausdruck stellt einen Blindwiderstand dar, während Scheinwiderstände eine (geometrische) Summe von Wirkwiderständen und Blindwiderständen sind, also das darstellen, was im GRIMSEHL als Impedanz bezeichnet wird. Als Blindwiderstände gelten stets solche Widerstände, die eine Phasenverschiebung des Stromes um 90° , sei es vor- oder nachteilend, hervorrufen.

* Eine Ableitung dieser Formel in symbolischer Rechnungsweise ist in dieser Zeitschrift schon gegeben worden. Vgl. 45, 248 (1932). Eine Ableitung in anderer Form gibt z. B. W. SPREEN. Vgl. W. SPREEN: Die physikalischen Grundlagen der Radiotechnik. Berlin: Julius Springer 1925. S. 71/72. — Daß der Widerstand ein reiner Wirkwiderstand wird, ist besonders gut aus der symbolischen Rechnungsweise erkennbar.

Vorstellung angewandt, so wird die Phasenverschiebung der einzelnen Ströme von 90° bzw. 180° gegeneinander verständlich. — Die Amplitudenverhältnisse werden weiter unten erörtert.

Da der Strom I mit der Spannung U in Phase ist, so bedeutet das Produkt $N = UI$ eine reelle Leistung, die lediglich im Schwingungskreis verbraucht werden kann; dort befindet sich nur der (kleine) Wirkwiderstand $R_{kr.}$, der vom Strom $I_L = I_C = I_{res.}$ * durchflossen wird. Die an diesem Widerstand verbrauchte Leistung muß gleich der von der Stromquelle gelieferten Leistung $N = UI = I^2 R_{res.}$ sein, d. h. es ist:

$$I^2 \cdot R_{res.} = I_{res.}^2 \cdot R_{kr.} \quad \text{oder} \quad I^2 : I_{res.}^2 = R_{kr.} : R_{res.},$$

und da nach Gleichung (6) $R_{res.} = \frac{(\omega L)^2}{R_{kr.}}$, so wird:

$$I : I_{res.} = R_{kr.} : \omega L = R_{kr.} : \frac{1}{\omega C}. \quad (7)$$

Der Strom im Schwingungskreis ist also im Verhältnis $\frac{\omega L}{R_{kr.}}$ größer als der Strom I . Der Widerstand $R_{kr.}$ ist in der Regel aus einer Gleichstrombrückenmessung nicht zu bestimmen, weil im Wechselstromkreise zusätzliche Verluste auftreten. Wird zur Herstellung der Induktivität Eisen benutzt, so sind bei 50 Hertz die Eisenverluste am bedeutendsten und übertreffen oft alle anderen bei weitem. $R_{kr.}$ ist aus Gleichung (7) zu berechnen, wenn I und $I_{res.}$ gemessen und außer der Frequenz entweder L oder C bekannt sind. — Eine „Abstimmung“ ist auch jetzt nicht vorhanden. Wird der Resonanzpunkt verlassen und wie vorhin der Strom I_L bzw. I_C als Funktion der Frequenz aufgetragen, so steigt I_C mit wachsender Frequenz, während I_L fällt; nur besteht keine Linearität mehr, weil der Wirkwiderstand $R_{kr.}$ eine weniger einfache Abhängigkeit bedingt. Ist $f = \infty$, so wird schließlich der Strom I nahezu $= I_C = U/R_C$ (vgl. Fig. 2); ist $f = \text{Null}$, so wird $I = I_L = U/R_L$. — Eine Abstimmung besteht wie früher nur für den äußeren Strom I , der im Falle der Resonanz sein Minimum $I = U/R_{res.}$ erreicht. Außerhalb der Abstimmung wird I in jedem Falle größer, erhält aber gegenüber der Spannung eine Phasenverschiebung, da er nicht mehr reiner Wirkstrom bleibt.

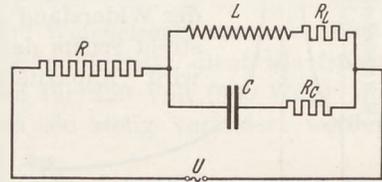


Fig. 4. Stromresonanzkreis mit vorgeschaltetem Widerstand.

Es ist noch von Wichtigkeit, den Resonanzstrom $I_{res.}$ in seiner Abhängigkeit von der Spannung U zu berechnen. Aus Gleichung (7) wird:

$$I_{res.} = I \frac{\omega L}{R_{kr.}}; \text{ ferner ist } I = \frac{U}{R_{res.}} = \frac{U \cdot R_{kr.}}{(\omega L)^2}.$$

Nach Einsetzen dieses Wertes in die erstere Gleichung ergibt sich:

$$I_{res.} = \frac{U}{\omega L} \text{ für } \omega L \gg R_{kr.} \quad (8)$$

Diese Gleichung sagt aus, daß der Resonanzstrom mit der Spannung wächst und um so größer ist, je kleiner die Induktivität und je größer die Kapazität gewählt wird.

Es sei jetzt zum Schwingungskreis in Reihe ein OHMScher Widerstand R gelegt (Fig. 4). Da der Widerstand $R_{res.}$ ebenfalls ein Wirkwiderstand ist, addieren sich beide und der Strom I nimmt einfach den Wert an:

$$I = \frac{U}{R + R_{res.}} \quad (9)$$

Er wird kleiner, wie nicht anders zu erwarten ist. Die Betriebsspannung für den Schwingungskreis ist nicht mehr U , sondern nur noch $(U - IR)$, so daß der Strom $I_{res.}$ gemäß diesem Wert herabgesetzt wird; dieser Wert ist in Gleichung (8) für U einzusetzen, um $I_{res.}$ zu erhalten. Im übrigen bleibt die Gleichung (8) richtig, der Resonanz-

* Vgl. aber S. 196 unten.

strom, d. h. also der Strom für die Bedingung $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ wird um so größer, je kleiner ωL oder $\frac{1}{\omega C}$ wird.

Wie verhalten sich nun die Ströme I , I_C und I_L außerhalb des Resonanzpunktes, wie verlaufen ihre Kennlinien, wenn diese z. B. als Funktionen der zu verändernden Kapazität aufgenommen werden? Die mathematische Behandlung wird einigermaßen umständlich, wenn im Schwingungskreis die Widerstände $R_C + R_L = R_{kr.}$ beibehalten werden; übersichtlicher wird die Betrachtung, wenn diese Widerstände weggelassen, d. h. der Idealzustand des Kreises (vgl. Fig. 1) angenommen wird, zu dem nach Fig. 4 der Widerstand R in Reihe geschaltet ist. Diese vereinfachende Annahme ist zur theoretischen Klarstellung erlaubt, wie sich zeigt. Im Resonanzpunkt ist dann $C = 1/\omega^2 L$ anzusetzen, wobei L ein Festwert bleiben muß. Der Widerstand \mathfrak{R} des Kreises ist dann

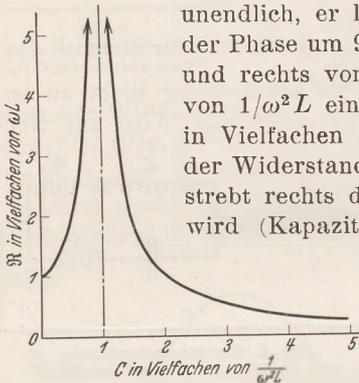


Fig. 5. Widerstands-Kennlinie eines Stromresonanzkreises.

unendlich, er liegt in Reihe zu R , — wenn er auch ihm gegenüber in der Phase um 90° verschoben ist —, der Strom I ist daher Null. Links und rechts vom Resonanzpunkt, vgl. Fig. 5, sind die C in Vielfachen von $1/\omega^2 L$ eingezeichnet, auf der Ordinate stehen die Widerstände \mathfrak{R} in Vielfachen von ωL . Zu beiden Seiten des Resonanzpunktes sinkt der Widerstand sehr schnell ab, er wird links $= \omega L$ für $C = \text{Null}$, und strebt rechts dem Werte Null zu, wenn die Kapazität unendlich groß wird (Kapazitätskurzschluß). Gegenüber diesem Idealfall bringt die

Einfügung der Wirkwiderstände $R_{kr.}$ in die Rechnung den Nachteil für das Ergebnis, daß der Resonanzwiderstand des Kreises nicht unendlich groß wird, sondern den endlichen Wert nach Gleichung (6) annimmt, er wird um so größer, je kleiner die Widerstände R_C und R_L sind; die Kennlinie verläuft im übrigen aber ganz ähnlich nach Fig. 5. — Es läßt sich praktisch stets

erreichen, daß außerhalb des Resonanzpunktes und seiner nächsten Umgebung R stets erheblich größer als \mathfrak{R} wird. Dann ist der Spannungsverbrauch in der Hauptsache durch R bestimmt, während die Klemmenspannung an Induktivität und Kapazität [= U in Gleichung (3)] klein bleibt. Letztere ist groß nur im Resonanzpunkt, und daher sind auch die Ströme I_L und I_C dort am größten, während sie außerhalb der Resonanz wegen des schnell zunehmenden Stromes I und des durch ihn bewirkten Spannungsverlustes an R kleiner und kleiner werden. — Mit wachsendem R steigt die „Resonanzschärfe“, es ist aber zu bedenken, daß dann auch die Resonanzströme abnehmen, weil ihre Betriebsspannung mit wachsendem R kleiner wird. Wegen des Spannungsverlustes muß der Resonanzstrom nach Schaltung Fig. 4 stets kleiner sein als der Wert, wie er in Gleichung (8) angegeben ist, wo U die Netzspannung ist. — Aus diesen Überlegungen ergibt sich, daß bei Einschaltung eines genügend großen äußeren Widerstandes R Abstimmung nicht nur in Bezug auf den Strom I erhalten wird, der im Resonanzpunkt den kleinsten Wert erreicht, sondern daß zu gleicher Zeit auch der Strom im Schwingungskreis einen Höchstwert annimmt; die Ausprägung dieses Höchstwertes ist um so schärfer, je größer R ist, sein Zahlwert wächst aber mit abnehmendem R . Die Resonanzströme I_C und I_L sind im allgemeinen nicht genau einander gleich, man kann also im allgemeinen nicht setzen $I_C = I_L = I_{res.}$; Gleichheit der beiden Ströme tritt nur ein, wenn die Widerstände R_L und R_C einander gleich sind. Ist aber die Bedingung ωL und $\frac{1}{\omega C} \gg R_{kr.}$ hinreichend erfüllt, so sind die Abweichungen nur gering und kaum merkbar.

Bei den nachfolgenden Messungen mit Netzfrequenz ist das aber nicht der Fall, so daß doch ein Unterschied meßbar wird, der aber verhältnismäßig klein bleibt (vgl. Fig. 9).

So weit die kurze theoretische Übersicht, die nur die wesentlichen Merkmale erfassen konnte. Es mag noch bemerkt werden, daß die Schaltung nach Fig. 4 bei

der Erregung eines Kreises durch die Röhre benutzt wird. Der OHMSche Widerstand R wird dabei durch die Röhre selbst hergestellt, die entweder selbsterregt oder fremderregt arbeitet; die Röhre erregt also ihren Schwingungskreis nach den Gesetzen der Stromresonanz. Die Vergleichung der einfachen Schaltung nach Fig. 4 mit der Röhrenschaltung ist allerdings nicht vollständig, denn die Röhre liefert selbst die Wechselstromleistung, während diese nach Schaltung Fig. 4 durch die Stromquelle abgegeben wird. Die Röhre arbeitet als Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer.

Versuche und Messungen.

Die vorstehenden Ausführungen können durch einige einfach darzustellende Versuche und Messungen auf ihre Richtigkeit geprüft werden. Es ist dazu im wesentlichen die gleiche Apparatur brauchbar, wie sie bereits für die Spannungsresonanzmessungen benutzt wurde (vgl. Fig. 6). Als Spannung U dient die Netzspannung (220 Volt). R ist ein Schiebewiderstand bis etwa 800 Ohm, die drei Strommesser sind Weicheiseninstrumente (Weameter, Gossen) mit einem Meßbereich bis 2 Amp. Als Induktivität dient wie früher der Versuchstransformator von Leybold mit 2 Spulen für 220 Volt (500 Wdg), die in Reihe geschaltet sind. Da seine Induktivität, wenn sie stetig verändert werden soll, nicht zu messen ist, wurde als veränderbare Größe die Kapazität gewählt in den Grenzen 0 bis 30 μF . Normale Becher-Papierkondensatoren sind zweckmäßig in Größen zu 2, 4 und 6 μF , die in geeigneter Weise zusammengeschaltet werden. Es muß darauf hingewiesen werden, daß ihr Kapazitätswert in der Regel nur in den Grenzen $\pm 5\%$ angegeben wird, daß daher die aufzunehmenden Kennlinien auch nur mit dieser Genauigkeit herstellbar sind. Die auftretenden Abweichungen sind aber nur Schönheitsfehler. — Es muß zunächst dafür gesorgt werden, daß die Induktivität L während einer Meßreihe fest bleibt; man erreicht dies, indem man durch eine Schraubzwinge das Eisenjoch, dessen geeignete Stellung vorher aufzusuchen ist, festklemmt. Das weitere mag zu den einzelnen Aufnahmen gesagt werden.

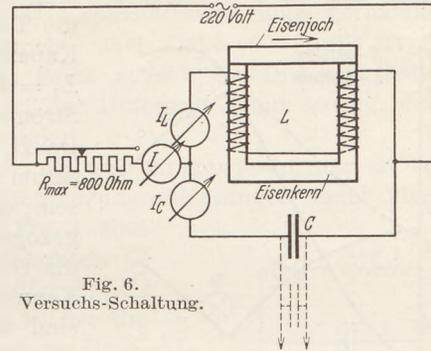


Fig. 6. Versuchsschaltung.

Einige Kennlinien ohne Widerstand R zeigt Fig. 7¹. Auf der Abszisse sind die Kapazitäten in Abständen zu 2 μF , auf der Ordinate die Ströme I , I_C und I_L aufgetragen. Die Aufnahmen wurden für zwei feste L durchgeführt, und zwar $L_1 = 1/\omega^2 C$ für $C = 10 \mu\text{F}$ und $L_2 = 1/\omega^2 C$ für $C = 20 \mu\text{F}$. Die Einstellungen des Joches für diese beiden Werte werden in einfacher Weise dadurch gefunden, daß vor Beginn der betreffenden Meßreihe die Kapazität auf dem Wert 10 μF bzw. 20 μF festgehalten und dann L durch Verschieben des Eisenjoches so lange verändert wird, bis der Strom I sein Minimum zeigt; dann ist der Resonanzpunkt erreicht, das Eisenjoch wird nun in dieser Stellung mittels der Holzzwinge festgehalten, und es beginnt die Messung.

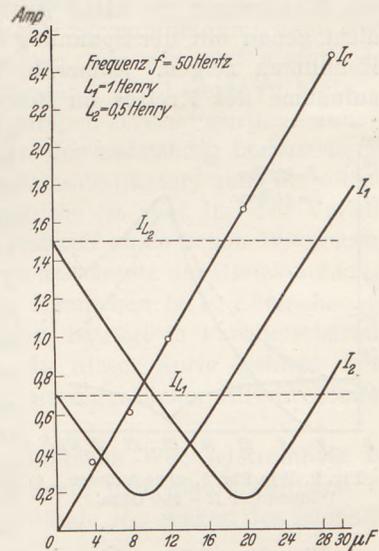


Fig. 7. Kennlinien I , I_L und I_C als Funktionen der Kapazität bei konstanter Induktivität. Außerer Widerstand $R = 0$.

¹ Es ist zweckmäßig, falls man die Spannungssicherheit der Kondensatoren nicht kennt, einen kleinen Widerstand R im Stromkreise zu lassen, damit bei Durchschlag nicht die Instrumente in Gefahr kommen; 30 Ohm genügen hierzu, sie stören die Messung kaum; bei Durchschlag brennt dann die Sicherung durch.

Die beiden Werte L_1 und L_2 sind aus der angegebenen Gleichung zu berechnen, sie haben etwa den Zahlwert $L_1 = 1,0$ Henry und $L_2 = 0,5$ Henry, so daß $\mathfrak{R}_1 = \omega L_1 = 314$ Ohm, $\mathfrak{R}_2 = \omega L_2 = 157$ Ohm wird. Die Widerstände $R_{kr.}$ erfüllen die Bedingung der Gleichungen (5) nicht in großer Annäherung, wie sich zeigt, aber sie sind auch nicht so groß, daß die Messungen hinfällig würden. — Die Kennlinien der Fig. 7 bestätigen

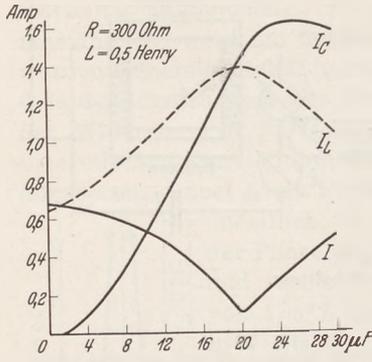


Fig. 8. Wie Fig. 7, aber äußerer Widerstand $R = 300$ Ohm.

die Theorie gut. Der Strom I_C nimmt proportional der Kapazität zu, die Kennlinie ist für beide Meßreihen $L_1 = 1$ Henry und $L_2 = 0,5$ Henry die gleiche; die Ströme I_L sind für beide Induktivitäten genau konstant. Da L_2 den halben Zahlwert wie L_1 besitzt, sollte der Strom entsprechend der Gleichung (8) doppelt so groß sein; er ist aber noch größer, eine Folge des bei weiter abgezogenem Eisenjoch verringerten Wirkwiderstandes R_L ; die Gleichungen (5) sind eben nicht ganz erfüllt. Die Kennlinien I_1 und I_2 sind einander sehr ähnlich, sie sind nur gegeneinander verschoben. Für $C = \text{Null}$ beginnen beide mit dem Stromwert, der dem Strom durch die Induktivität gleichkommt, denn der Kapazitätsstrom ist ja Null. Bis zum Resonanzpunkt fallen beide Kennlinien, wobei der Strom I_2 einen etwas geringeren Wert erreicht, eine Folge des kleineren Wirkwiderstandes R_{L2} . Nach dem Resonanzpunkt steigen die Ströme wieder und haben dabei ihre Phase gewechselt. — Da die Bedingung der Gleichungen (5) nicht genügend erfüllt sind, sind die Ströme im Resonanzpunkt nicht genau mit der Spannung U in Phase, der Wattstrom dürfte kleiner sein, als die Kennlinien zeigen. Immerhin läßt sich ein annäherndes Bild über die Leistungsaufnahme des Kreises im Resonanzpunkt gewinnen. Mit einem mehr oder weniger großen Fehler läßt sich sagen, daß die im Kreise verbrauchte Leistung $N = UI$ ist. Nehmen wir die zweite Kennlinie als Beispiel, so ist dort I gleich etwa $0,15$ Amp.; es wird daher $N = 220 \cdot 0,15 = 33$ Watt. Nach Gleichung (8) erhält man $R_{kr.}$, wenn ωL und die Ströme bekannt sind. I_L ist in diesem Fall $1,5$ Amp, ωL ist 157 Ohm; daraus errechnet sich $R_{kr.}$ zu etwa 15 Ohm, ein Wert, der zu groß sein dürfte. Der gesamte Wirkwiderstand des Kreises wird nahezu im Induktivitätszweig liegen, es ist also nahezu $R_{kr.} = R_L$, denn der Wirkwiderstand der Kapazität ist bei der geringen Frequenz von 50 Hertz nahe gleich Null. Der größte Teil des Wirkwiderstandes ist durch die Eisenverluste bedingt, denn die Spulen haben zusammen nur einen Widerstand von etwa 5 Ohm.

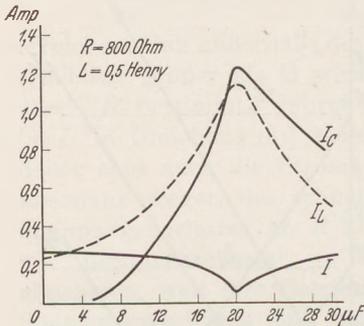


Fig. 9. Wie Fig. 7, aber äußerer Widerstand $R = 800$ Ohm.

Fig. 8 enthält schon Aufnahmen, bei denen ein OHMScher Widerstand R (nach Fig. 4) in den äußeren Kreis geschaltet ist, R ist auf 300 Ohm eingestellt; die Tendenz der Ausbildung eines Höchstwertes für I_L wie für I_C (Abstimmung) tritt hier schon deutlich hervor. Die Aufnahme ist nur für $L_2 = 0,5$ Henry ausgeführt; der Strom I sinkt weiter herunter als vorhin, eine Folge des Widerstandes R [vgl. Gleichung (9)]. Fig. 9 enthält erst die volle Bestätigung der theoretischen Ableitungen. Hier ist R gleich etwa 800 Ohm gewählt worden, die Abstimmung für beide Ströme tritt voll in Erscheinung. Der Strom I sinkt auf etwa $0,05$ Amp herab (die Ablesungen sind schon sehr unsicher), der Spannungsverlust im Widerstande R ist daher IR gleich etwa 40 Volt. Um diese Spannung sinkt die Klemmenspannung am Kreise; darum ist der Resonanzstrom kleiner als bei $R = 300$ Ohm und noch kleiner als bei nicht eingeschaltetem Widerstande. Außerhalb der Resonanz steigt der Strom I stark an, der Spannungsverlust an R wird sehr groß (z. B. für $0,2$ Amp schon 160 Volt) und daher

die Klemmenspannung am Kreise klein. Die Ströme I_L und I_C fallen daher nach beiden Seiten stark ab, sie sind nicht genau gleich aus dem bereits angegebenen Grunde; ersterer ist größer wegen des fast fehlenden Wirkwiderstandes R_C . Der Strom I nähert sich links und rechts vom Resonanzpunkt einem Endwert, der durch die Beziehung gegeben ist $I = U/R$. Nach rechts hin wird mit wachsender Kapazität dieser Endwert erreicht, denn dann ist im Kreise Kapazitätskurzschluß vorhanden, die gesamte Spannung U wird also in R verbraucht; nach links ($C = \text{Null}$) ist für $C = \text{Null}$ der Blindwiderstand $\omega L = 157 \text{ Ohm}$ in Reihe zu $R = 800 \text{ Ohm}$ geschaltet, so daß der Strom kleiner bleibt als U/R ; doch ist der Unterschied nur gering, denn die beiden Widerstände stehen senkrecht aufeinander.

Es sei zum Schlusse noch auf einen Schauversuch hingewiesen, der an sich altbekannt ist, aber unter Hinweis auf die vorhergehenden Messungen unter einem

neuen Gesichtspunkt erscheint (Fig. 10). Nach Fig. 4 sind hier die Widerstände R und $R_{kr.}$ durch die Glühlampen Gl und $Gl_{kr.}$ ersetzt. C ist eine geeignete Kapazität, hier $20 \mu\text{F}$; L sei eine Induktivität, die veränderbar ist, hier wieder die beschriebene Anordnung von Leybold. Außerhalb der Resonanz leuchtet die Lampe Gl ; sobald der Resonanzpunkt erreicht ist, erlischt diese Lampe und die Lampe $Gl_{kr.}$ leuchtet auf. Sobald der Resonanzpunkt überschritten ist, wird $Gl_{kr.}$ wieder dunkel und die äußere Lampe wieder hell. So weit zeigt der Versuch nichts Neues, der aber in der Regel nicht

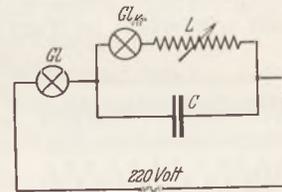


Fig. 10.
Schauversuch für Stromresonanz mit Indikatorlampen.

richtig ausgeführt wird. Es ist darauf hinzuweisen, daß die Außenlampe Gl hier zweierlei Aufgaben erfüllt. Zunächst ist sie ein einfacher Stromindikator; dann aber vertritt sie noch die Rolle des Widerstandes R , ohne den, wie wir jetzt wissen, der Versuch gar nicht gelingen könnte. Ist z. B. der Widerstand der Lampe zu klein, — was schon durch Parallelschalten einiger normaler Glühlampen erreicht werden kann, — so gelingt der Versuch nicht mehr, denn es fehlt dann der notwendig herzustellen Spannungsfall. Die Lampe Gl dagegen ist ein reiner Stromindikator, auch als solcher wird in der Regel eine normale Glühlampe genommen; sie ist aber für den Versuch äußerst unzuweckmäßig, denn die normalen Lampen besitzen einen hohen Widerstand, und der Versuch verstößt in dieser Form deswegen gegen das Gesetz der Gleichungen (5). Hier ist die Verwendung kleiner parallel geschalteter Lämpchen (z. B. Lämpchen für Taschenlampen) sehr zweckmäßig, denn ihr Widerstand beträgt in Parallelschaltung zu 5 Stück oder noch mehr nur noch etwa 1 Ohm . In dieser Form gelingt daher der Versuch ausgezeichnet und kann als solcher erst als eigentlicher Stromresonanzversuch angesehen werden.

Vorstehende Messungen und Versuche sind am einfachen Wechselstromnetz mit 50 Hertz ausgeführt. Mit höheren Frequenzen (1000 Hertz und mehr) gelingen die Versuche weit besser; sie sind schärfer, weil die Widerstände $R_{kr.}$ wegen des fehlenden Eisens kleiner gehalten werden können.

Vereinfachungen der elektrischen Schulausrüstung.

Von Dr. Wilhelm Volkmann in Berlin.

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

Im Jahre 1930 erschien Heft 12 der Mitteilungen der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht: Die elektrische Schulausrüstung¹. Das Ziel dieser Mitteilung war, die Aufgaben, die eine elektrische Schulausrüstung zu erfüllen hat, so darzustellen, zu zerlegen und zu begründen, daß damit jedem, der eine elektrische Ausrüstung zu beschaffen hat, eine Hilfe bei seiner Arbeit geboten wird.

¹ Vgl. diese Zeitschr. 44, 283 (1931), wo auch ein Druckfehler berichtigt ist.

Der Anlaß zur Abfassung der Schrift war, daß die fortschreitende Umstellung auf Wechselstrom einerseits, die Entwicklung sehr wirksamer Glühlampen und weiterer Hilfsmittel andererseits eine Form der Ausrüstung und der Versuchsgestaltung nahelegte, die von den bis dahin üblichen ganz wesentlich und vorteilhaft abweicht, z. B. durch den Wegfall der Schalttafel.

Eine wichtige Aufgabe der Hauptstelle ist, zu zeigen, wie man die Versuche mit geringstem Aufwand ausführt, denn dadurch werden sie auch solchen zugänglich, die mit bescheidenen Mitteln auskommen müssen. Die Vereinfachung bietet aber in der Regel auch die Möglichkeit, den Versuch übersichtlicher zu gestalten, wodurch er für den Unterricht wertvoller wird. Beispiele dafür sind in dem genannten Heft 12 gegeben.

Naturgemäß sind in dem Heft auch Vorschläge für eine dem Stande von 1930 entsprechende elektrische Schulausrüstung gegeben worden. Es ist aber im Vorwort und wiederholt im Text darauf hingewiesen worden, daß im Gegensatz zu den all-

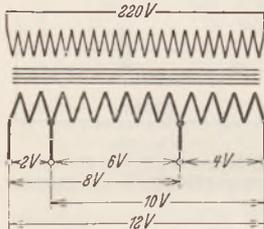


Fig. 1. Schaltbild des Transformators.

gemeinen Ausführungen über die Aufgaben der elektrischen Schulausrüstung diese besonderen Zusammenstellungen von Vorschlägen durchaus zeitbedingte Ausführungsbeispiele sind. Die damals ausgesprochene Erwartung, daß weitere Erfindungen anders geartete Vorschläge zur Folge haben würden, hat sich schnell erfüllt. Statt aber die wiederholt ausgesprochene Warnung zu beachten und aus dem Text ein eigenes Urteil über die Dinge zu gewinnen, hat man in etlichen Fällen nur die tabellarischen Übersichten benutzt und auch diese, weil der Text nicht gelesen wurde, noch mit argen Mißverständnissen. So sind mir denn aus den neuen Vereinfachungsmöglichkeiten Vorwürfe gemacht worden, und ich kam in die Lage, den empörten Zuruf zu belächeln: „Aber Sie müssen doch zu dem stehen, was Sie geschrieben haben!“

Das erste, was sich änderte, war, daß kleinere Schutzwandler angeboten wurden, als sie früher bekannt waren. Damit wird Fig. 15 in Heft 12 hinfällig, denn nun wurde es billiger, übersichtlicher und im Erfolge besser, jedem Schülerübungsplatz einen besonderen Schutzwandler 4 Volt 12 VA zu geben und diese Schutzwandler an eine oder zwei gemeinsame Netzleitungen zu legen. Die Ersparnis an Leitungen beträgt mehr als die Mehrkosten für die Transformatoren, die Niederspannungsleitungen werden kürzer und auf allen Plätzen gleich. Ein anderer Vorschlag wird weiter unten gemacht werden.

Die zweite Verbesserung war, daß es im Jahre 1931 gelang, mit der Osram G.m.b.H. ein Abkommen zu treffen, daß 10 auf dem Merkblatt 5: „Schullampen“ zusammengefaßte Lampen¹ bis auf weiteres unverändert bleiben. Bis dahin war es selten möglich, für eine Lampe nach wenigen Jahren gleichen Ersatz zu bekommen, ja selbst nur einen Ersatz, der in das alte Lampengehäuse paßte. Als besonders wichtig ist hervorzuheben, 1. daß nunmehr alle Lampen für Schülerübungen den kleinen 10-mm-Sockel und die Spannung 4 Volt erhielten, 2. daß in Schullampe 3 eine sehr wirksame Lampe für optische Schülerversuche neu geschaffen wurde und 3. daß für Bildwurf in Physik in Schullampe 1 eine neue Kinolampe übernommen werden konnte, die in Form und Leistung den bis dahin verwendeten Lampen gegenüber große Vorteile bot.

Die Schullampen (außer 5 und 6, welche Netzspannungslampen sind) ließen eine Verkleinerung des Schultransformators zu, der von 200 VA und 20 Volt auf 100 VA und 12 Volt herabgesetzt werden konnte. An die Stelle des Schaltungsschemas Fig. 11 in Heft 12 tritt nun die obenstehende Fig. 1. Man kann nun für etwa denselben Preis, den früher ein Schultransformator kostete, zwei beschaffen und ist dadurch bestens für den in Heft 12 S. 35 unten angegebenen Versuch gerüstet. Außerdem ist es

¹ Vgl. diese Zeitschr. 44, 159 (1931).

angenehm, im Vorbereitungszimmer einen Transformator benutzen zu können, während der andere im Unterricht gebraucht wird.

Für die Mikroprojektion nach Fig. 34 in Heft 12 ist die Schullampe 2 geeignet. Noch besser ist aber für diesen Zweck die Osram-Kleinkinolampe Nr. 8102 oder 8103 für 6 Volt 5 Amp, die 8 Volt gut verträgt¹.

Mehrere Firmen haben es für zweckmäßig gehalten, eine Spule ihrer zerlegbaren Experimentiertransformatoren mit Einteilung nach Fig. 11 in Heft 12 zu versehen, und in einer Preisliste ist das unter Nennung meines Namens geschehen. Ich muß dazu bemerken, daß ich dieses nicht vorgeschlagen habe. Beim Schultransformator liegen die Unterspannungswicklungen auf demselben Kern wie die Oberspannungswicklung, und ich lege darauf auch Wert, denn die Streuung des Schultransformators soll möglichst klein sein. Beim Experimentiertransformator liegen beide Spulen auf verschiedenen Kernen, dadurch wird die Streuung größer und die Spannung von der Belastung abhängiger, was für den Schultransformator unerwünscht ist.

Von einschneidender Bedeutung für die elektrische Schulausrüstung ist es, daß die Süddeutsche Apparatefabrik Nürnberg (Schließfach 282) ihre Selengleichrichter² sehr verbessern konnte. Sie können nun nach Preis und Leistung mit den bisherigen Schulmitteln für Gleichstrom erfolgreich in Wettbewerb treten.

Über eine ungemein einfache Einrichtung, um von der Wechselstromdose her für elektrolitische Schulversuche den erforderlichen Gleichstrom zu entnehmen, ist in dieser Zeitschr. 48, 104 (1935) berichtet. Hierbei ist die in manchen anderen Fällen lästige Eigenschaft des Klingeltransformators ausgenutzt, daß seine Spannung in stärkstem Maße von der Stromentnahme abhängig ist.

Die Stromangabe (1 A) auf dem Klingeltransformator ist als Bedingungssatz zu lesen: „wenn 1 A Strom entnommen wird“. Ist die Stromentnahme geringer, so ist die Spannung größer bis fast zum Doppelten der Angabe (3, 5, 8 Volt); ist sie größer, so sinkt die Spannung schnell ab. Diese Eigenschaft macht den Klingeltransformator sicher gegen Kurzschluß auf der Unterspannungsseite. Seine Spannung bleibt in allen Fällen in den für eine Selengleichrichterplatte zulässigen Grenzen, und sie paßt sich für Elektrolyse, Sammlerladen und Galvanoplastik in höchst bequemer Weise dem Bedarf in diesen Fällen an.

Ungeeignet ist der Klingeltransformator für den Betrieb parallel geschalteter Glühlampen; dagegen kann er mit passend ausgewählten Einzelglühlampen sehr gut benutzt werden, z. B. mit der Schullampe 3, die dann reichlich 5 Volt erhält und ein für optische Versuche vortreffliches Licht gibt. Will man 4 Volt einhalten, so legt man der Lampe 1,3 Ohm vor. Mit dem kleinen Selengleichrichter 6 V, 1 A zusammen gibt der Klingeltransformator eine Gleichstromausrüstung für den Schülerplatz, der sich sehr viele Schülerversuche leicht anpassen lassen. Die Plätze sind auf diese Weise, frei von gegenseitiger Störung, in einer Art versorgt, die zugleich dem Schüler eine Ausrüstung zeigt für seine eigenen Versuche im Elternhause.

Die Ansprüche, die man an die Versorgung des Lehrerplatzes stellt, kann man mit Leichtigkeit beliebig hoch angeben. Mich geht nur die untere Grenze des Notwendigen an. Ich beanspruche die gute Ausführbarkeit folgender Versuche:

1. Diamagnetismus der Flammengase,
2. Magnetische Drehung der Polarisationssebene,
3. Betrieb eines Funkeninduktors,
4. Betrieb eines kleinen Einankerumformers zur Erzeugung von Wechselstrom verschiedener Wechselzahl.

Für alle diese Versuche, von denen 1. und 2. wohl die anspruchsvollsten der Schulphysik sind, hat sich der Selengleichrichter 8 Volt 8 Amp der genannten Fabrik

¹ Vgl. hierzu die Überlegungen auf S. 68 in Heft 12.

² Vgl. L. BERGMANN: Diese Zeitschr. 46, 49 (1933).

als ausreichend erwiesen. 8 Volt Gleichstrom entspricht ungefähr 10 Volt Wechselstrom. Auch an 12 Volt kann man den Gleichrichter anschließen, doch dürfen dann nur 6 Amp entnommen werden, sonst wird er zu warm. Wer den von der Fabrik gelieferten Plattensatz nicht selbst auf einem Brett mit Anschlüssen einbauen will, wende sich an eine der Lehrmittelfabriken. Als Schutz gegen versehentliche Überlastung kann dem Gleichrichter eine 6-Amp-Sicherung vorgesetzt werden, die bei 8 bis 9 Amp durchbrennt.

Diamagnetismus der Flammengase läßt sich, wie schon WEINHOLD gezeigt hat, bei richtiger Versuchsausführung mit einem ziemlich bescheidenen Elektromagneten deutlich vorführen. Fig. 2 zeigt diesen Magneten in der von Leppin & Masche, Berlin SO 16, abgeänderten Form. Zwischen den Halbrundpolen, die stärker zugespitzt sind als bei

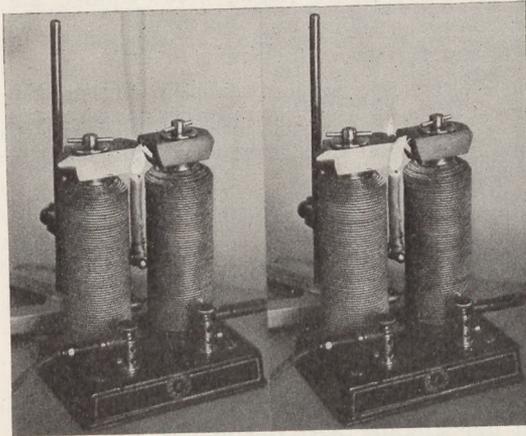


Fig. 2. Elektromagnet links ohne Strom, rechts erregt. Die Flamme spaltet sich durch magnetische Abstoßung der Flammengase.

WEINHOLD, befindet sich die Flamme einer 7 mm starken Wachskerze. Ist der Magnet nicht erregt, so kühlen die eisernen Pole die Flamme so stark ab, daß über den Polen nur unverbrannter Qualm aufsteigt. Bei Erregung des Magneten spaltet sich die Flamme, weicht dem kühlenden Eisen aus und brennt in zwei hellen Spitzen beiderseits der Polschuhe. Der Gleichrichter war bei dieser Aufnahme an 10 Volt des Transformators angeschlossen, der Gleichstrommesser zeigte 7,9 Amp. Bei mehrfachem Ein- und Ausschalten des Magneten kommt ein Augenblick, in dem die weiter abgebrannte Kerze eine längere Flamme bildet und der Qualm, der nun weniger gekühlt ist, ein tanzendes Flämmchen 2 bis 4 cm über

dem Magneten trägt. Diese besonders schöne Form des Versuches kann aber nur während weniger Sekunden erhalten werden, die abzupassen nicht immer gelingt.

Die magnetische Drehung der Polarisationssebene pflegt man auch mit dem Elektromagneten zu zeigen. Handelt es sich um kurzen Lichtweg im Präparat, z. B. in einer Platte schwersten Flintglases, so ist das auch ganz angemessen. Für längeren Lichtweg in Flüssigkeiten ist aber schon lange bekannt, daß die Länge des Troges ziemlich willkürlich gewählt werden kann und in weiten Grenzen das Produkt von Feldstärke und Lichtweg sich kaum ändert. Von der Erregung des Elektromagneten ist (schon von engem Luftspalt an) weitaus das meiste nötig, um den Luftweg der Kraftlinien zu überwinden. Entsprechend der Berechnung gab ein 10 cm langer Trog voll Schwefelkohlenstoff in der Spule des Experimentiertransformators von Meiser & Mertig, Dresden, die bei 462 Windungen 1,15 Ohm hat, einen sehr guten Erfolg bei recht einfachem Aufbau. Der Gleichrichter war an 10 Volt angeschlossen, der Gleichstrom war 6,65 Amp. Bei diesem Versuch kommt alles darauf an, ein gut ausgelöschtes Dunkelfeld zu erhalten. Die Endplatten des Troges sind selten ganz spannungsfrei, man muß die Richtung für die Polarisationssebene des einfallenden Lichtes aufsuchen, bei der die beste Auslöschung erreicht wird. Spiegelungen an der Längswand des Troges und Trübungen in der Flüssigkeit stören sehr. Ist eine völlige Auslöschung nicht zu erreichen, so gibt oft eine schwache Lichtquelle, z. B. Schullampe 3, auffälligere Unterschiede als eine stärkere, z. B. Schullampe 2 oder 1.

Als Funkeninduktor wurde Universalinduktor I von Leppin & Masche, Berlin, genommen. Er gab starke Funken von 4 bis 8 cm Länge bei den Spannungen, die der Gleichrichter an 4, 6 und 8 Volt des Transformators liefert und nahm zwischen 3 und 4,5 Amp auf.

Als Einankerumformer diente Schuldynamo Nr. 17 von W. R. Seifert in Dresden-A. Hier mußte die von der Süddeutschen Apparatefabrik in Nürnberg bezogene Drossel, $\frac{1}{16}$ Henry, $\frac{1}{75}$ Ohm, zwischen Gleichrichter und Maschine gelegt werden, sonst traten störende Pendelungen auf beim Einstellen der Umlaufzahl durch Feldschwächung. Die Maschine nahm zwischen 3,5 und 4 Amp auf. Über die Form der Versuche (Verhalten von Selbstinduktion, Kapazität und Schwingungskreis) wird gesondert berichtet werden.

Beim Aufladen von Sammlern mit dem Schultransformator und Selengleichrichter muß ein Widerstand eingeschaltet werden, um die Stromstärke zu begrenzen.

Legt man Wert darauf, die magnetischen Kraftlinien mit einem einzigen Draht zu zeigen, so sind 20 bis 25 Amp nötig, während nur geringe Spannung erforderlich ist. Vorteilhafter als die Anschaffung eines größeren Transformators und Gleichrichters ist es, drei der beschriebenen Einrichtungen anzuwenden und die drei Gleichrichter zueinander parallel zu schalten, wie man das früher mit Bunsenelementen oder Sammlerzellen getan hat. Für diesen Versuch legt man die Gleichrichter an 2 oder 4 Volt, je nach dem Widerstand des für den Versuch dienenden Drahtes. Man kann aber für andere Versuche die drei Gleichrichter, weil ja die Wicklungen der Transformatoren keine Verbindung miteinander haben, auch in Serie schalten und 24 Volt, 8 Amp oder etwa 30 Volt, 5 Amp entnehmen.

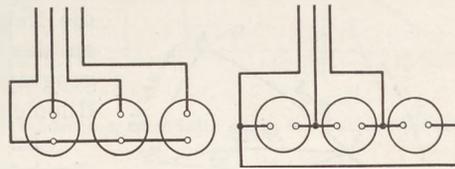


Fig. 3. Drehstrom, verteilt auf drei Wechselstromdosen; links im Vierleiternetz: D 380 Volt, W 220 Volt; rechts im Dreileiternetz: D 220 Volt, W 220 Volt.

Ferner können die drei Transformatoren dazu dienen, den Drehstrom auf die Spannungen herabzusetzen, für die man sich passende Spulen und Ringe leicht verschaffen kann. Eine 380-Volt-Drehstromdose kann man dafür allerdings nicht brauchen, sondern der Drehstrom ist samt Null-Leiter drei Wechselstromdosen für die drei Phasen 220 Volt zuzuleiten, die nach Fig. 3 links anzuordnen sind. Bei Drehstrom 220 Volt ohne Null-Leiter erhalten die Dosen die Anordnung Fig. 3 rechts. Da die gleichzeitige Benutzung aller drei Transformatoren und Gleichrichter ein Ausnahmefall ist, stehen sie im allgemeinen zur Versorgung von drei Arbeitsplätzen zur Verfügung.

Die Vereinfachung gegen die Vorschläge von 1930 besteht darin, daß außer Schalttafel und Bogenlampe auch der rotierende Umformer wegfällt. Das erspart zugleich viele Leitungen. Im physikalischen Übraum der Hauptstelle würden z. B. statt 180 m Leitung, die 1930 für die Verteilung von 4 Volt Wechselstrom und 12 Volt Gleichstrom auf die Plätze nötig waren, jetzt 35 m zu den Steckdosen genügen.

Die Versorgung der Plätze wird nach den neuen Vorschlägen ganz unabhängig von anderen Stellen und beweglich, so daß man in jedem Raum von jeder Steckdose aus die Versuche machen kann. Der Gleichstrom kann, den Abstufungen des Transformators entsprechend, in verschiedenen Spannungen abgenommen werden, so daß man mit kleinen Regelwiderständen und meist auch ohne sie zurecht kommt.

Der erhaltene Gleichstrom ist nicht frei von übergelagertem Wechselstrom. Ist der Wechselstrom rein sinusförmig, so gibt die Analyse bei völliger Gleichrichtung

$$|\sin x| = \frac{4}{\pi} \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{1 \cdot 3} \cos(2x) - \frac{1}{3 \cdot 5} \cos(4x) - \frac{1}{5 \cdot 7} \cos(6x) \dots \right].$$

Das erste Wechselstromglied hat also als Amplitude $\frac{2}{3}$ der Gleichstromspannung. Die folgenden Glieder fallen schnell ab. Die Versuche zeigten, daß nur in wenigen Fällen der Wechselstrom stört. Da er (erstes Glied) doppelte Netzfrequenz hat, ist eine kleine Drossel schon sehr wirksam. Für eine kleine Zahl von Versuchen mit geringem Strombedarf und reinem Gleichstrom dient eine bescheidene Sammlerbatterie, auf die man ja ohnehin nicht verzichten wird.

Kleine Mitteilungen.

Über die parallaktische Aufstellung eines Schulfernrohrs.

Von S. Janß in Wandsbek.

Für ein Schulfernrohr ist parallaktische Aufstellung erwünscht. Sie erleichtert die fortgesetzte Neueinstellung bei visueller Beobachtung einander folgender Schüler; hierfür sind allerdings die Anforderungen an die Genauigkeit sehr gering; darum wird im folgenden darauf keine Rücksicht genommen. Die parallaktische Aufstellung ist ferner ein Mittel, um in Verbindung mit Teilkreisen Gestirne am Tage einstellen zu können. Auch ist sie Voraussetzung für Messung mit Mikrometern, die eine Orientierung zum Koordinatensystem des Himmels erfordern. Endlich ist sie unerlässlich für photographische Aufnahmen von Sternfeldern und Sternspektren [vgl. VOLKMANN, diese Zeitschr. 35, 21 (1922) und 43, 169 (1930)]. Unerwähnt soll nicht bleiben, daß

die Neigung der Stundenachse den Schüler fortgesetzt an das Koordinatensystem des Äquators, an Polhöhe, geographische Breite und die tägliche Drehung des Himmels erinnert.

Im allgemeinen wird aber für das Schulfernrohr (Zweizöller) keine feste Aufstellung vorhanden sein. Es muß also bei entsprechender Verwendung jedesmal richtig orientiert werden. Dies macht wünschenswert, daß man die jeweilige Anforderung an die Genauigkeit der Aufstellung kennt, daß man diese leicht prüfen kann und schließlich auch weiß, ob die für das Aufstellen erforderliche Zeit nicht verhältnismäßig groß ist.

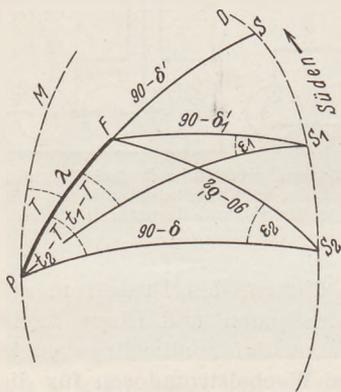


Fig. 1. Koordinaten eines Sterns in bezug auf Äquator und Fernrohr.

Über die erforderliche Genauigkeit bringen aber die Darstellungen für Liebhaber und Schüler nur ganz allgemeine Angaben, oder es werden Formeln ohne Begründung gegeben. — Die Fachliteratur ist für den gedachten Kreis im allgemeinen nicht zugänglich, da sie eingehende Kenntnis der Sphärik voraussetzt. Man kann aber auch elementar die Theorie durchschauen und an einfachen Beobachtungen erkennen, ob die von der Theorie geforderte Fehlergrenze nicht überschritten wird.

Am klarsten wird die Darstellung scheinbar, wenn zuerst die Mängel durch fehlerhafte Aufstellung für die Photographie von Sternfeldern untersucht wird. — Es ist dann nachteilig: 1. die Änderung der scheinbaren Deklination erschwert das Nachführen; 2. alle Sterne beschreiben Stücke eines Bogens, dessen Mittelpunkt der Leitstern ist.

Die Verhältnisse sollen an Fig. 1 erläutert werden. Darin sei P der Pol des Himmels, $PS = 90 - \delta$ des Sterns S . Die Stundenachse des Instruments zeige nicht nach P , sondern auf F , $FS = 90 - \delta'$. Ferner ist λ der Abstand der beiden Pole, T der Stundenwinkel von λ gegen den Meridian M . ϵ ist der Winkel zwischen FS und PS beim Stern S . Dieser Winkel ändert sich; er ist z. B. in S_1 kleiner als in S_2 .

A. Nachteile fehlerhafter Aufstellung.

1. Änderung des Winkels ϵ . Daß die Änderung von ϵ Unschärfe ergibt, erläutern Fig. 2 und 3. Die photographische Platte kann aufgefaßt werden als Tangentialebene an den durch das Objektiv erzeugten Bildhimmel. Die Sternspuren sind die Projektionen der Sterne dieses Himmels auf die Platte. Dieselbe ist durch ein gestricheltes Rechteck angedeutet. Die Geraden F und P sind die Projektionen von FS und PS in Fig. 1. Als Projektionen von Großkreisen sind es Geraden. Winkel PSF auf der Platte ist gleich Winkel ϵ am Himmel. S ist die Projektion des Leitsterns,

S' die eines andern Sterns, der der Einfachheit halber auf demselben Stundenkreis angenommen ist.

Es sei Fig. 2 die Lage bei Beginn der Aufnahme im Stundenwinkel t_1 und beim Positionswinkel ε_1 . Zu einer andern Zeit im Stundenwinkel t_2 sei der Winkel ε_2 , ε_2 größer als ε_1 (Fig. 3). Da die Platte mit dem Fernrohr fest verbunden ist, hat sich ihre Lage gegen die Gerade F nicht geändert; wohl aber hat sich mit ε die Lage von P auf der Platte geändert, und dadurch ist S' von S'_1 nach S'_2 gewandert. Der Abstand $d = SS'$ ist ungeändert geblieben, da man S durch Drehen des Rohres auf dem Schnitt des Fadenkreuzes hält. Der Stern S' hat also einen Kreisbogen mit dem Radius d und dem Mittelpunktswinkel $\Delta\varepsilon$ um S beschrieben. Für einen Stern, der nicht auf P liegt, ist der Winkel $\Delta\varepsilon$ derselbe, da er ja seine Lage zu P unverändert beibehält wie S .

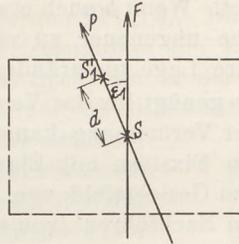


Fig. 2.

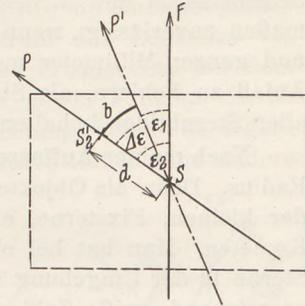


Fig. 3.

Fig. 2 und 3. Verdrehung der Platte gegen das Äquatorsystem.

Der Bogen b muß berechnet werden. Er ist $d \cdot \Delta\varepsilon$; $\Delta\varepsilon = \varepsilon_2 - \varepsilon_1$. Winkel ε findet man aus dem Dreieck PFS (Fig. 1) gemäß

$$\sin \varepsilon = \frac{\sin \lambda}{\cos \delta} \cdot \sin (t - T).$$

$$\text{Dann ist } \sin \varepsilon_2 - \sin \varepsilon_1 = \frac{\sin \lambda}{\cos \delta_2} \sin (t_2 - T) - \frac{\sin \lambda}{\cos \delta_1} \sin (t_1 - T) = 2 \cdot \cos \frac{\varepsilon_2 + \varepsilon_1}{2} \sin \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{2}.$$

Die an dieser Formel vorzunehmenden Vernachlässigungen dürfen ziemlich grob sein; selbst Unsicherheiten von 20% (0,002 mm, vgl. unten) sind in keiner Weise störend.

$\Delta\varepsilon$ ist maximal 3'; darum kann man setzen $\sin \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{2} = \frac{\Delta\varepsilon}{2}$ (Fehler 1:10⁷). $\cos \frac{\varepsilon_2 + \varepsilon_1}{2}$

kann gleich 1 gesetzt werden ($\frac{\varepsilon_2 + \varepsilon_1}{2}$ ist maximal 15', Fehler also 1:100 000). δ'_2 und δ'_1 unterscheiden sich um höchstens 2'; das ergibt in der Gegend von 60° einen Unterschied der cos von 1:900. Aus gleichem Grunde kann man auch $\cos \delta' = \cos \delta$ setzen (1:100). Auch ist hinreichend genähert $\sin \lambda = \lambda$ (1:500 000). (Die Größen 3', 15', 2', 60° sind aus den unten angegebenen Werten leicht zu finden.) Demnach erhält man zunächst

$$\Delta\varepsilon = \frac{\lambda}{\cos \delta} [\sin (t_2 - T) - \sin (t_1 - T)] = \frac{\lambda}{\cos \delta} \cdot 2 \cdot \cos \left(\frac{t_2 + t_1}{2} - T \right) \sin \frac{t_2 - t_1}{2}.$$

Da $(t_2 - t_1)$ maximal nur 30 min oder 7,5° (vgl. unten), kann man auch setzen $\sin \frac{t_2 - t_1}{2} = \frac{t_2 - t_1}{2} = \Delta t : 2$ (Fehler etwa 0,50/100). Setzt man dann noch zur Bequemlichkeit $(t_2 + t_1) : 2 = t$ (Mitte der Aufnahmezeit), so wird

$$\Delta\varepsilon = \frac{\lambda}{\cos \delta} \cos (t - T) \cdot \Delta t. \tag{Ia}$$

Dann ist das Bogenstück

$$b = d \cdot \frac{\lambda}{\cos \delta} \cos (t - T) \cdot \Delta t. \tag{I}$$

Diese Formel läßt zunächst erkennen, daß b von der Brennweite unabhängig ist; denn f kommt nicht vor. Allerdings gilt das nur für die lineare Strecke d , nicht für deren Winkelwert; danach zeichnet die größere Brennweite nur ein kleineres Winkelfeld entsprechend scharf.

In diese Formel muß man nun die für Schulen in Betracht kommenden Zahlenwerte einsetzen. Dabei ist angenommen, daß eine Kamera von $f = 135$ mm zur Verfügung steht; größere in Verbindung mit einem Schulfernrohr und Nachführung mit der Hand zu nehmen, hat Wert wohl nur für ausnahmsweise Geschickte.

Wenn man Aufnahmen auf 0,01 mm vermessen will, darf b nicht mehr als 0,01 mm betragen. Die Vermessung auf 0,01 mm genau ist allerdings nur schwer zu erreichen. Man kann sog. Triangulation gegen zwei bekannte Sterne anwenden; dafür eignen sich die Maßstäbe, wie sie früher angegeben wurden [diese Zeitschr. 46, 146 (1933)]. Bequemer sind die Netzmikrometer von J. D. Möller in Wedel in Holstein. Ein Feld von 20·20 mm ist in 0,1·0,1 mm geteilt. Man kann die Mikrometer direkt auf die Schicht legen und in beiden Koordinaten auf 0,01 mm schätzen; das gelingt einigermaßen zuverlässig, wenn man die Felder mit den dickeren Strichen für die halben und ganzen Millimeter meidet. Wenn b auch etwas länger ist, so gibt das nur insoweit Anlaß zu Fehlern, als Striche ungenauer zu vermessen sind als Punkte; die Mitten aller Sternbilder behalten ihre Lage unverändert zueinander.

Nach meiner Auffassung genügt für das Vermessen unbedingt ein Feld von 20 mm Radius. Denn als Objekte der Vermessung kann man ansehen: Planeten einschließlich der kleinen, Fixsterne, einen Fixstern mit Eigenbewegung (61 Cygni in 6 Jahren), Kometen. Man hat bei einem Gesichtsfeld von 20 mm Radius oder 8° genug hellere Sterne in der Umgebung zum Nachführen (von etwa 5^m aufwärts); auch ist darin eine ausreichend große Zahl weniger heller Sterne zum Vermessen. — Man kann sogar dafür eintreten, daß zum Vermessen nur ein Feld von der Größe des verzerrungsfreien in Betracht käme. Das ist für $f = 135$ mm der Fall für $d = 2,75^{\circ}$ oder 6,5 mm, gefunden aus dem zweiten Gliede der Tangensreihe, das sich nicht bemerkbar machen darf. Darüber hinaus dürfte die Verwandlung der vermessenen Größen in Rektaszensions- und Deklinationsunterschiede doch auf Schwierigkeiten stoßen. — Für bloße Betrachtung kann man natürlich auch noch größere Felder mit zunehmender Unschärfe nach dem Rande hin verwenden. Selbst 9·12-Platten werden bei den unten zugelassenen Aufstellungsfehlern noch leidlich gut ausgezeichnet.

Man erkennt an der Formel, daß mit zunehmender Deklination die Anforderungen an die Aufstellung wachsen. Darum möchte man größere Deklinationen meiden. Das ist auch möglich, da alle charakteristischen Objekte in Deklinationen bis 60° vertreten sind. Man kann also für die ungünstigste Lage setzen $\cos \delta = 0,5$.

$\sin(t - T)$ kann jeden möglichen Wert annehmen, also auch den hier ungünstigsten 1.

Als Belichtungszeit genügt unbedingt eine halbe Stunde oder $t = 7,5^{\circ}$ oder $\Delta t = 0,13$; dann erhält man in klaren Nächten Sterne bis 10^m , was im allgemeinen unbedingt ausreicht; den Andromedanebel erhält man allerdings noch nicht. Das typische Bild mancher Sterngruppen erhält man schon in erheblich kürzerer Zeit.

Setzt man diese Werte in die Formel (I) ein, dann erhält man

$$0,01 = 20 \cdot \frac{\lambda}{0,5} \cdot 0,13 \quad \text{oder} \quad \lambda = \frac{0,01 \cdot 0,5}{20 \cdot 0,13} \cdot 3438' = 7' *.$$

Der Vollständigkeit halber sei noch folgendes angegeben. Formel (I) ist in folgendem Fall mit Vorsicht anzuwenden. Liegen Anfang und Ende der Aufnahme symmetrisch zu $(t - T) = 90^{\circ}$, dann ist nach der Formel $\Delta \varepsilon = 0$, und man würde keine Unschärfe erhalten. In Wirklichkeit ist aber doch eine vorhanden; denn während der ersten Hälfte der Aufnahmezeit gibt es Unschärfe, und in der zweiten wird dasselbe b in umgekehrter Richtung noch einmal durchlaufen. Die Unschärfe ist aber unmerklich, nur etwa 0,1 der maximalen.

Zur Bestätigung der Überlegung wählt man vorteilhaft eine Sterngruppe derart, daß der Leitstern nach allen Richtungen von Sternen umgeben ist, und zwar in verschiedenen Abständen, z. B. ι Orionis. Die Polhöhe macht man durch ein untergelegtes Brett grob falsch, etwa 5° . Dann ist $(t - T)$ sehr genähert Null. Um die Zeit des Durchganges durch den Meridian wird dann in 20 mm Abstand vom Leitstern bei 30 min Aufnahmezeit das Bogenstück b rund 0,2 mm. Um auch für kleinere Abstände die Wirkung deutlich zu erhalten, macht man zuerst eine Aufnahme von 15 sec Dauer

* Der Faktor 3438 dient zur Verwandlung in Bogenminuten.

und nach einer halben Stunde noch eine derartige auf dieselbe Platte. Dann ergibt jeder Stern, ausgenommen der Leitstern, zwei Punkte, deren Abstand mit der Entfernung vom Leitstern zunimmt. Für $\delta = 60^\circ$ muß nach der Formel der Abstand doppelt so groß sein; Cassiopeia ist geeignet, γ als Leitstern. Nimmt man bei gleicher Anordnung die zweite Gruppe in $t = 6^h$ auf, dann sind Doppelpunkte nicht vorhanden. Ebenso kann man mit grob falschem Azimut verfahren.

Außer den Sternfeldaufnahmen erfordert die Spektrographie mit einem Objektivprisma parallaktische Aufstellung. Zunächst soll das Spektrum des Leitsterns bei mangelhafter Aufstellung untersucht werden (Fig. 4). Da das Prisma fest mit dem Fernrohr verbunden ist, ändert die Prismenkante die Lage gegen F nicht. Es ist angenommen, daß es gelungen sei, das Spektrum in die Richtung von F zu legen; ist das nicht der Fall, dann bekommen nur die FRAUNHOFERSCHEN Linien eine andere Richtung gegenüber der Längsausdehnung des Spektrums; die folgenden Betrachtungen gelten aber auch. Diese Lage ändert das Spektrum während der Aufnahmezeit nicht. Bei der sog. Schraffiermethode läuft der Stern ein kleines Stück g_1 auf dem wirklichen Deklinationskreis, senkrecht zu P ; g_1 ist darum auch die Richtung der FRAUNHOFERSCHEN Linien. Bei der zweiten Stellung (Fig. 5) hat sich ε um $\Delta\varepsilon$ geändert und damit auch die Richtung von g um denselben Betrag; sie ist jetzt g_2 . Das ergibt an den Rändern des Spektrums Unschärfe. Da aber eine Gesamtbreite von 0,2 mm unbedingt genügt, ist die Unschärfe 0,1 · $\Delta\varepsilon$, also selbst für 30 min Aufnahmezeit unbedingt

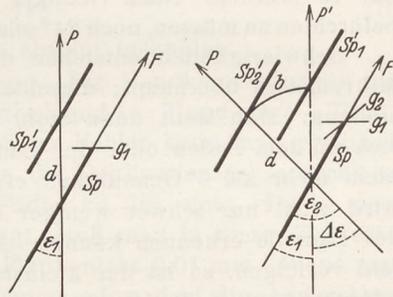


Fig. 4. Fig. 5. Unschärfe bei Spektren.

belanglos. Außerdem genügen für die gedachten Zwecke die Spektren der Sterne bis zur zweiten Größenklasse, und die erhält man schon in 15 min. An dem Spektrum des Leitsterns kann man schon reichlich Beobachtungen machen: Spektraltypus, Nebelspektrum, Planetenspektrum, Wellenlängen der Nebel- und Kometenemissionen, Doppleraufspaltung.

Will man aber auch noch die Verwendung des Objektivprismas zur Durchmusterung demonstrieren, so muß man auch andere Spektren als das des Leitsterns auf Unschärfe durch mangelhafte Aufstellung untersuchen. An Sp' in den Fig. 4 und 5 erkennt man, daß die Unschärfe erheblicher ist. b ist die Richtung der Absorptionslinien infolge Verlagerung des Spektrums; sie bildet im allgemeinen einen merklichen Winkel mit den durch die tägliche Bewegung entstandenen Linien, und das erzeugt eine Unschärfe wie bei Sternfeldaufnahmen und ist erheblich störender, da die Linien dadurch an Schärfe verlieren, die Sternpunkte dagegen nicht merklich, da sie erheblich größer sind und ihre Mitten die Lage gegeneinander unverändert beibehalten. Aber selbst mit Brennweiten bis 300 mm kann man noch δ , ε und ζ Orionis gleichzeitig scharf erhalten, ebenso eine Plejadenaufnahme.

Genäherte parallaktische Aufstellung ist ferner notwendig für visuelle Messungen mit Mikrometern, die eine Orientierung in δ und α erfordern, z. B. dem Kreuzstabmikrometer (nicht bei dem Ringmikrometer). Bei Instrumenten ohne Uhrwerk gehen die Messungen im allgemeinen so vor sich, daß zunächst Lamelle oder Strich (Faden) parallel der täglichen Bewegung gerichtet werden, und zwar an einem der zu vermessenden Sterne, bei nicht vollkommener Aufstellung am besten an dem vorangehenden Stern. Darauf wird das Fernrohr so weit in der täglichen Bewegung vorangedreht, daß der Stern noch nicht im Mikrometer ist; nun werden bei feststehendem Rohr die Antritte an Striche oder Lamellen beobachtet. — Das Fernrohr muß demnach so genau stehen, daß sich durch das Nachdrehen die Orientierung des Mikrometers zum δ -Kreis nicht merklich ändert, d. h. $\Delta\varepsilon$ muß vernachlässigt werden können. Hier soll das Kreuzstabmikrometer untersucht werden, da es für die gedachten Beobachter wohl das einzige in Betracht kommende ist.

Nach BECKER¹ ist der Fehler durch falsche Orientierung nur in α merklich und beträgt dort

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = \frac{2}{15} \cdot (\delta' - \delta) \frac{1}{\cos \delta} \cdot p : 3438,$$

wenn der Orientierungsfehler in Bogenminuten gerechnet wird. Der Fehler soll nun möglichst $\frac{1}{5}$ sek ($3''$) nicht erreichen, muß also unbedingt unter $2''$ bleiben. Rechnet man nun wieder maximal $\delta = 60^\circ$, dann ergibt sich die Gleichung, wenn man noch $(\delta' - \delta)$ auf höchstens $3600''$ annimmt,

$$\frac{4 \cdot 3600 \cdot p}{15} : 3438 < 2;$$

daraus folgt, daß p kleiner als $7'$ sein muß.

Bei der für Sternfeldaufnahmen gefundenen Grenze von $\lambda = 7'$ kann ε überhaupt nur $15'$ werden. Nach richtiger Orientierung kann also das Mikrometer, ohne Fehler befürchten zu müssen, noch 24° oder mehr als $1,5^h$ Änderung des Stundenwinkels ertragen.

Schwierigkeiten entstehen demnach wohl nur durch die erste Orientierung des Mikrometers überhaupt; dieselbe ist aber unabhängig von der Genauigkeit der Aufstellung. Man stellt dann wohl immer nach einem wandernden Stern ein; er muß sich an dem Faden oder der Lamelle entlang bewegen. Dabei kann man aber wohl nicht mehr als $6'$ Genauigkeit erreichen (auch nicht bei größeren Rohren); denn man wird wohl nur schwer weniger als eine Abweichung von $0,02$ mm vom Faden oder der Lamelle erkennen können. Kann man nun den Stern etwa 10 mm im Gesichtsfeld verfolgen, so ist der kleinste sich noch bemerkbar machende Winkel in Bogenminuten $3438 \cdot 0,02 : 10$ oder etwa $7'$. Das ist an sich auch ohne Einfluß (vgl. oben), kann sich aber sehr bald in Verbindung mit der Änderung durch Aufstellungsfehler bemerkbar machen, nämlich schon dann, wenn ε um reichlich $1'$ zugenommen hat. Das kann schon nach 14 min der Fall sein. Um sicher zu sein, wird man also dieselbe Sterngruppe nur etwa 15 min verfolgen können. Dann ist man unbedingt sicher, da die merkliche Abweichung von $0,02$ mm grob angenommen ist. Auch kann Mittelbildung aus häufigeren Messungen den wahrscheinlichen Fehler herabdrücken.

Es macht also keine Schwierigkeit, eine Sterngruppe zu vermessen (Plejaden), ferner bei geeigneten Sternen die Präzession zu finden [geeignete Sterne vgl. diese Zeitschr. 46, 157 (1933)], Ort und Bewegung von Planeten festzustellen, in einigen Jahren die Eigenbewegung von 61-Cygni nachzuweisen (jährlicher Betrag $5''$; $\Delta\alpha = 0,35$ sek; $\Delta\delta = 3,26''$), ja selbst die Parallaxe von Mars wird angedeutet; denn in Opposition ist sie mehr als $12''$, in extremen Stundenwinkeln also mit $24''$ wirksam.

2. Änderung der scheinbaren Deklination δ' . Mängel entstehen ferner dadurch, daß δ' (in Fig. 1 ist $FS = 90 - \delta'$) sich ändert. Darum bleibt der Stern, wenn man ihn in α nachführt, nicht im Schnittpunkt der Fäden, sondern wandert nach oben und unten. Wenn nur diese Änderung wirksam wäre, würden bei Sternfeldaufnahmen alle Sterne die Länge $\Delta\delta'$ erhalten. Die Mitte der Spuren verschiebt sich um $\Delta\delta' : 2$. Da alle Sterne gleichmäßig betroffen werden, stört der nicht korrigierte Fehler nur dadurch, daß längliche Spuren schlechter zu vermessen sind als kreisförmige Schwärzungen, namentlich mit dem vorgeschlagenen Netzmikrometer. Spektralaufnahmen werden allerdings empfindlich unscharf. Messungen mit dem Kreuzstabmikrometer werden überhaupt nicht gestört.

δ' läßt sich folgendermaßen berechnen: die Rechnung ist inhaltlich dieselbe wie bei SCHEINER², aber elementar gestaltet in einer Form, wie sie für andere Zwecke von SCHWAHN³ benutzt wird.

Im Dreieck PFS (Fig. 1) ist

$$\sin \delta' = \cos \lambda \cdot \sin \delta + \sin \lambda \cdot \cos \delta \cdot \cos (t - T)$$

¹ VALENTINERS Handwörterbuch der Astronomie, Bd. 3, 1. Hälfte, S. 101.

² J. SCHEINER: Photographie der Gestirne, S. 99.

³ P. SCHWAHN: Mathematische Theorie der astronomischen Finsternisse.

und daher $\sin \delta'_2 - \sin \delta'_1 = \sin \lambda \cdot \cos \delta [\cos (t_2 - T) - \cos (t_1 - T)]$
 oder $2 \cdot \cos \frac{\delta'_2 + \delta'_1}{2} \sin \frac{\delta'_2 - \delta'_1}{2} = -2 \cdot \sin \lambda \cdot \cos \delta \cdot \sin \frac{t_2 + t_1 - 2T}{2} \sin \frac{t_2 - t_1}{2}$
 und darum $\sin \frac{\delta'_2 - \delta'_1}{2} = -\sin \lambda \cdot \cos \delta \cdot \sin \frac{t_2 + t_1 - 2T}{2} \cdot \sin \frac{t_2 + t_1}{2} : \cos \frac{\delta'_2 + \delta'_1}{2}$.

Es ist aber genähert $\cos \frac{\delta'_2 + \delta'_1}{2} = \cos \delta$ (Fehler für $\delta = 60^\circ$ und maximal $\delta - \delta' = 7'$ noch nicht 1%). Ferner ist $\sin \frac{\delta'_2 - \delta'_1}{2} = \sin \frac{\Delta \delta}{2}$ genähert $\Delta \delta : 2$ (Fehler für maximal $4'$ etwa $1 : 4 \cdot 10^6$), ferner $\sin \lambda = \lambda$ ($1 : 500\,000$), ferner $\sin \frac{t_2 - t_1}{2}$ genähert $\frac{t_2 - t_1}{2} = \Delta t : 2$ (Fehler $0,5 \text{ ‰}$). Setzt man nun noch zur Bequemlichkeit $\frac{t_2 + t_1}{2} = t$ (Mitte der Aufnahmezeit), dann wird

$$\Delta \delta' = -\lambda \cdot \sin (t - T) \cdot \Delta t. \quad (\text{II})$$

Auch die größte Vernachlässigung von nicht 1% ist absolut belanglos.

Dieser Mangel ist von der Deklination unabhängig. Die Handkamera ergibt mit $f = 135 \text{ mm}$ und $\Delta t = 30 \text{ min}$ oder $7,5^\circ$ oder $1 : 7$ analytisch und $\lambda = 7'$ und $\sin (t - T) = 1$ den Wert $\Delta \delta'$ etwa $1'$. Das ist ungefähr $0,04 \text{ mm}$. Diesen Fehler kann man praktisch vermeiden, wenn man das Rohr von Zeit zu Zeit um die Deklinationsachse dreht, so daß der Stern wieder im Schnittpunkt der beiden Fäden od. dgl. steht. Da in einer halben Stunde die Abweichung bis zu $0,04 \text{ mm}$ beträgt, muß man in dieser Zeit etwa 5mal korrigieren; dann wird die Unschärfe auf der Platte nicht $0,01 \text{ mm}$. Wann man korrigieren muß, kann man im Fernrohr leicht erkennen; dort darf die Abweichung wegen der 5fachen Brennweite auch den 5fachen Betrag erreichen, also $\frac{1}{20} \text{ mm}$.

Für spektrographische Aufnahmen gilt ganz Ähnliches. Nur kann man die Brennweite der Kamera größer wählen, da Mängel der Nachführung in α im allgemeinen keinen Nachteil bringen; man muß nur häufiger in δ korrigieren (vgl. unten).

Bei Mikrometern ist die Änderung von δ' ohne Einfluß. Denn es ist für den Kreuzstab gleichgültig, in welcher Höhe die Sterne ihn passieren.

Die Änderung von δ' ist auch wirksam bei der Einstellung von Sternen am Tage¹. Notwendig ist dann vor allen Dingen hinreichend genaue Deklination; eine mäßig falsche Einstellung in α (etwa bis 3°) kann durch langsames Drehen um die Stundenachse ausgeglichen werden. An Fig. 1 erkennt man, daß die am Teilkreis eingestellte wirkliche Deklination δ und die vom Instrument angegebene δ' sich maximal um λ unterscheiden können. Soll der Stern gefunden werden, dann muß trotz dieses Unterschiedes von λ der Stern im Gesichtsfeld sein; das Gesichtsfeld muß also größer als 2λ sein. Beim Schulfernrohr ist es selbst bei der stärksten noch brauchbaren Vergrößerung (80fach) noch $\frac{1}{2}^\circ$; genügt also λ den Anforderungen der Photographie, dann ist auch die Einstellung von Sternen am Tage gesichert. — Außer der Aufstellung muß aber auch noch die Ablesung an den Teilkreisen beachtet werden. Ist diese nur auf etwa $0,2^\circ$ oder $12'$ sicher, dann muß das Gesichtsfeld mindestens $2(\lambda + 12')$ sein, wenn das Objekt gefunden werden soll; das ist auch im allgemeinen noch der Fall.

Im Anschluß an diese Mängel sei nun auch noch kurz über das Nachführen mit der Hand einiges gesagt, obgleich es streng genommen nicht unter den hier behandelten Stoff gehört. Beim Nachführen mit der Hand kann man kleine Abweichungen des Sterns vom Fadenschnittpunkt, namentlich in α , nicht vermeiden. Soll keine Unschärfe entstehen, so darf der Betrag auf der Platte nicht $0,01 \text{ mm}$ erreichen oder im Fernrohr nicht $0,05 \text{ mm}$. Das läßt sich nach einiger Übung auch erreichen. Nimmt man eine größere Brennweite, dann ist bei Sternfeldaufnahmen die Sache schon sehr schwierig.

¹ H. J. GRAMATZKI: Leitfaden der astronomischen Beobachtung, S. 57, schlägt bei azimuthaler Aufstellung seine Fluchtentafel vor. — F. RUSCH: Beobachtung des Himmels mit einfachen Instrumenten, S. 40, empfiehlt nächtliche Aufstellung auf Sterne gleicher Deklination und gibt geeignete Sterne an.

Bei spektroskopischen Aufnahmen stören dagegen die Unsicherheiten in α im allgemeinen nicht; sie ergeben bei der Schraffiermethode nur etwas unscharfe Begrenzung. Dies ist nur dann störend, wenn zwecks Feststellung der Wellenlängen von Emissionen der Nebel und Kometen oder der relativen Dopplerbewegung zwei Spektren scharf nebeneinander gelagert werden sollen. Zur besonderen Empfehlung von spektrographischen Aufnahmen sei auch hinzugefügt, daß diese durch die geringe Anforderung an die Nachprüfung in α ungemein leicht gelingen und sogar sehr bequem sind. Denn wenn man die Spektren auch nur 0,1 mm oder 150'' breit macht, so braucht man nur alle 10 sec nachzudrücken, bei größeren Deklinationen noch weit seltener. Auch die Änderung von δ' kann sehr bequem unschädlich gemacht werden. Hat die Abweichung 0,05 mm erreicht, dann bringt man den Stern im Fernrohr an einen anderen Ort im Gesichtsfeld und bringt ihn hier wieder auf den Faden. Ist das geschehen, so bringt man ihn von neuem an den ersten Ort und läßt ihn wieder hin- und herlaufen. Das ist möglich, da während der Korrektur kein merklicher Effekt auf der Platte entsteht. Ferner kann man geringe Abweichung auch durch entsprechenden Druck gegen das Fernrohr aufheben. Noch auf folgendes sei aufmerksam gemacht. Die Formeln (I) und (II) lassen erkennen, daß an Stellen, wo die Verdrehung der Platte durch Änderung von ε am meisten stört, die Änderung von δ' Null ist und umgekehrt. Bei Aufnahmen von Sternfeldern im Meridian ist es also nicht ausreichend, wenn dort die Abweichung vom Faden nicht merklich ist; dann kann die Verdrehung der Platte und damit die Unschärfe noch sehr groß sein. Bei Spektralaufnahmen dagegen ist die Gefahr nicht vorhanden; denn für das Spektrum des Leitsterns ist ja die Änderung von ε praktisch belanglos. — Auf Spektralaufnahmen wird hier besonders aufmerksam gemacht, da sie etwas zeigen, was visuell nie zu erreichen ist.

B. Das Aufstellen des Schulfernrohrs.

Das Schulfernrohr hat einen Dreifuß F_{123} (Fig. 6). Davon ist mindestens ein Arm mit einer Schraube versehen. Zunächst wird angenommen, daß F_{23} waagrecht und die Projektion der Stundenachse senkrecht dazu ist. Dann ist besonders einfach die

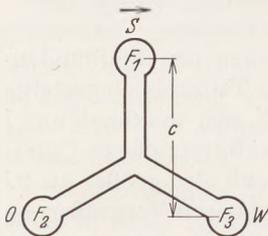


Fig. 6. Der Fuß des Fernrohrs.

Aufstellung nach SCHEINER¹. Er geht von der Voraussetzung aus, daß es für Photographie (und für differentielle mikrometrische Messungen) nur auf die Stellung der Stundenachse ankommt, nicht auf die Kenntnis sonstiger Fehler des Fernrohrs. Beobachtet wird die scheinbare Änderung der Deklination bei nicht richtiger Stellung der Stundenachse. Diese Änderung nach Gleichung (II) schreibt SCHEINER:

$$\Delta\delta' + (-\lambda \cdot \cos T \cdot \sin t + \lambda \cdot \sin T \cdot \cos t) \Delta t = (-x \cdot \sin t + y \cdot \cos t) \Delta t.$$

Es ist $x = \lambda \cdot \cos T$ sehr genähert die Fehlerkomponente in Polhöhe (Fig. 7) und $y = \lambda \cdot \sin T$ dasselbe gegen den Meridian. Im Meridian ist $\sin t = 0$, also $\Delta\delta'$ nur durch die y -Komponente bestimmt; es ist hier $\cos t = 1$, also $\Delta\delta' = y \cdot \Delta t$ und darum $y = \Delta\delta' : \Delta t$. Entsprechend ist in Lagen $t = 6^h$ wegen $\cos t = 0$ nur die x -Komponente wirksam.

Daraus ergibt sich folgendes Verfahren. Man stellt zunächst nach Augenmaß das Rohr richtig auf; es ist anzunehmen, daß die x - und y -Komponente je nicht über 2^0 betragen. Darauf beobachtet man einen Stern nahe dem Meridian; er wird im allgemeinen nicht auf dem Deklinationsfaden bleiben, da y nicht Null sein wird. Unter den Verhältnissen nach Fig. 1 ergibt sich folgendes: δ' nimmt in der Gegend des Meridians zu; der Stern weicht also in Wirklichkeit nach Norden aus (bei Beobachtung mit Zenitprisma, im umkehrenden Fernrohr nach Süden); damit y verschwinde, muß man den Südfuß F_1 (Fig. 6) also (in Pfeilrichtung) nach Westen drehen. Weicht der Stern in Wirklichkeit nach Süden aus, dann muß man F_1 umgekehrt bewegen; es

¹ J. SCHEINER: Photographie der Gestirne, S. 99.

wird nämlich dann y negativ, $\sin T$ also ebenfalls, und T liegt im 3. oder 4. Quadranten, also östlich vom Meridian. — Kann man nicht in $t = 0^h$ beobachten, sondern in $t = 12^h = 180^\circ$, dann ist $\Delta\delta' = +\lambda \cdot \cos 180 \cdot \sin T \cdot \Delta t = -\lambda \cdot \sin T \cdot \Delta t$, also entgegengesetzt. — Nun beobachtet man einen Stern in $t = +6^h = 90^\circ$. Der Stern wird auch hier nicht auf dem Faden bleiben; unter den Verhältnissen nach Fig. 1 wird er nach Süden ausweichen; denn δ' nimmt ab, $\Delta\delta'$ ist also negativ. Dadurch wird $x = -\Delta\delta' : \Delta t$ positiv; F_1 (Fig. 6) muß gehoben werden. Ist $\Delta\delta'$ dagegen positiv, dann wird x durch $\cos T$ negativ, T liegt also im 2. oder 3. Quadranten, und F_1 muß gesenkt werden. Ist $t = -6^h = -90^\circ$, dann sind die Vorzeichen umgekehrt. Zur gleichen Abweichung im Fernrohr gehört also die entgegengesetzte Bewegung von F_1 .

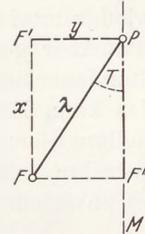


Fig. 7. Komponenten des Aufstellungsfehlers in Polhöhe und Stundenwinkel.

Im allgemeinen wird man aber mit diesen beiden Beobachtungen nicht auskommen; denn bei der ersten Beobachtung im Meridian macht sich auch sehr bald der Fehler in Polhöhe bemerkbar, wenn er nicht zufällig klein ist. Es hat im allgemeinen keinen Wert, länger als 2 min zu beobachten, und man kann den Fehler im Azimut nur auf etwa 15' herabdrücken. Dann macht man die Beobachtung für die Polhöhe und kann nun sofort x hinreichend klein machen, da y ja schon relativ klein ist. Nun muß durch eine zweite Beobachtung im Meridian y weiter berichtigt werden. — In jeder Komponente darf der Fehler höchstens 5' sein, das ist in beispielsweise 8 min oder 2° oder 0,035 für $\Delta\delta'$ nur $300'' \cdot 0,035 = 10''$ oder im benutzten Fernrohr reichlich 0,03 mm.

Man kann x und y durch Probieren berichtigen, aber auch durch Rechnung vermindern; dann kommt man leichter zum Ziel, und es ist namentlich dann wünschenswert, wenn das Fernrohr keine feste Aufstellung hat, was wohl meistens der Fall ist. Die Richtung der Korrektur entsprechend der Richtung der Abweichung wurde schon erörtert. Dem Betrage nach ist sie in beiden Koordinaten $\Delta\delta' : \Delta t$. Es sei nun

- f = Brennweite des Fernrohrs in mm (660 bei dem benutzten);
- k = Anzahl der Bogensekunden für 0,01 mm am Fadekreuz des Fernrohrokulars: $206\,265 : 100 f$ (reichlich $3''$)¹;
- b = Abweichung vom Faden in 0,01 mm; dann ist $\Delta\delta' = b \cdot k''$;
- n = Minutenzahl für Δt ; dann ist $\Delta t = 15 \cdot 60 \cdot n = 900 \cdot n'$; je nach Beobachtung wird x oder $y = \frac{206\,265 \cdot b}{900 \cdot 100 \cdot f \cdot n}$, und zwar am Radius gemessen.

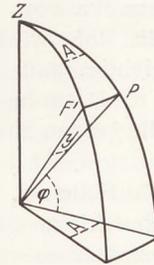


Fig. 8. Zusammenhang zwischen Stundenwinkel und Azimut.

Die Berichtigung in Polhöhe hat um diesen Winkel zu geschehen, und zwar durch Drehung der Schraube F_1 (Fig. 6). Hat die Schraube die Ganghöhe h mm (1,46) und ist (Fig. 6) die Strecke c mm (186) und sind m Umdrehungen nötig, dann ist der Winkel $m \cdot h : c$. Also ergibt sich die Gleichung $\frac{m \cdot h}{c} = \frac{206\,265 \cdot b}{900 \cdot 100 \cdot f \cdot n}$ und daraus $m = \frac{206\,265 \cdot b \cdot c}{900 \cdot 100 \cdot n \cdot h \cdot f}$. Für das von mir benutzte Rohr ergibt sich also $m = \frac{206\,265 \cdot b \cdot 186}{900 \cdot 100 \cdot 1,46 \cdot 660 \cdot n} = 0,44 \cdot \frac{b}{n}$. Beobachtet man 4 min, dann wird $m = 0,11 \cdot b$. Weicht also der Stern in 4 min b vom Faden ab, dann muß man die Schraube um rund $\frac{1}{9} \cdot b$ drehen.

Wenn dagegen die Komponente im Stundenwinkel y ist, muß man im Azimut um $y : \cos \varphi$ drehen (φ = geographische Breite). Denn im gleichschenkligen Dreieck ZPF' (Fig. 8) gilt $\sin \frac{y}{2} : \sin \frac{A}{2} = \cos \varphi$. Da y und A sicher unter 3° sind, kann man setzen $y : A \cos \varphi$ (Fehler noch nicht 1 : 9000). Also ist $A = \frac{y}{\cos \varphi}$, für Hamburg hinreichend

¹ Der Faktor 206 265 verwandelt die analytischen Winkelgrößen in Bogensekunden.

genau $A = 1,7 \cdot y$. Dann erhält man entsprechend der obigen Formel

$$A = \frac{1,7 \cdot 206265 \cdot b}{900 \cdot 100 \cdot 660 \cdot 4} = 5,7 : b \text{ (nach Multiplikation mit 3438).}$$

Nach der SCHEINERSCHEN Formel scheint es gleichgültig zu sein, ob man mit der Beobachtung im Azimut oder mit der für Polhöhe beginnt. Vorteilhaft ist es aber, zuerst das Azimut zu berichtigen. Denn wenn man mit der Beobachtung für Polhöhe beginnt, dann kann x (Fig. 7) durch die anschließende Berichtigung des Azimuts wieder merklich falsch werden.

Aber gerade die umgekehrte Reihenfolge ist erwünscht, wenn die Projektion der Stundenachse auf die horizontale Ebene nicht senkrecht zu F_{23} (Fig. 6) steht. Auch das kann Einfluß haben und läßt sich berechnen. Auch ist nicht sicher, daß die Aufstellungsebene waagrecht ist, und das bedingt weitere Fehler. Es ist darum für die korrekte Aufstellung häufigere Beobachtung in beiden Koordinaten notwendig. Das ist unwesentlich, wenn das Rohr

dauernd fest aufgestellt wird, da dann die Dauer der einmaligen Aufstellung ziemlich gleichgültig ist. Es ist aber ungemein lästig, wenn das Rohr für jede Aufnahme neu aufgestellt werden muß.

Diese kann nur dann hinreichend schnell erfolgen, wenn eine waagerechte Unterlage vorhanden ist. Auf dieser muß das Rohr dann einmal durch wiederholte Beobachtung in beiden Koordinaten richtig aufgestellt werden. Dann muß die Stellung der Fußschrauben gegenüber dem Stativ markiert werden (Gegenmutter). Soll das Rohr dann später wieder

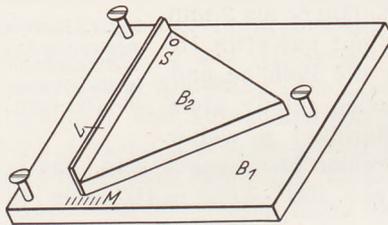


Fig. 9. Grundbrett für schnelle Aufstellung.

aufgestellt werden, so muß zunächst die Unterlage wieder waagrecht gelegt werden; die Libelle muß eine Empfindlichkeit von mindestens 5' haben, oder sie muß auf einer Strecke von 360 mm noch einen Höhenunterschied von 0,5 mm anzeigen. Wird später das Rohr wieder auf die waagerechte Unterlage gestellt, so ist die Polhöhe ohne weiteres richtig, und man hat durch Beobachtung im Meridian nur noch in A zu korrigieren.

Dafür möchte ich zwei Möglichkeiten angeben. — Etwa auf einen Tisch legt man die beiden Bretter B_1 und B_2 (Fig. 9). B_2 läßt sich durch drei große Holzschrauben in B_1 waagrecht hinlegen. B_2 ist um die Schraube S drehbar; gegen die Leiste L werden die Füße F_{23} gedrückt; L ist etwa 36 cm lang. An ihrem Ende befindet sich bei M eine kleine Skala. Sie ist so berechnet, daß die Leiste vor ihr um einen Teilstrich verschoben wird, wenn der Stern sich um 0,05 mm vom Fadenschnitt in 4 min entfernt. Der zu einem Skalenteil z gehörige Winkel ist $z : 360$, und das ist gleich A . Also

$$\frac{z}{360} = \frac{206265 \cdot 5 \cdot 1,7}{900 \cdot 100 \cdot 4 \cdot 660} \quad \text{und demnach} \quad z = \frac{360 \cdot 206265 \cdot 5 \cdot 1,7}{900 \cdot 100 \cdot 4 \cdot 660} = 2,66 \text{ mm.}$$

Man kann nun noch feststellen, welche Genauigkeit hierdurch erreicht werden kann. 0,05 mm in 4 min bedeutet $x = 15'$. Nimmt man nun an, daß man sich bei b um 0,01 mm verschätzen kann, dann ist eine Genauigkeit von 3' möglich. An dem Skalenswert von 2,66 mm kann man diese Genauigkeit auch leicht innehalten. Der Gesamtfehler wird dann sicher 6' nicht überschreiten. — Ein zweiter Weg ist der, daß man an dem Brett B_1 ein kleines Fernrohr befestigt und nach einer festen entfernten Marke visiert. Nachdem das Rohr auf waagerechter Unterlage einmal richtig aufgestellt war, legt man später nur B_1 wieder waagrecht und richtet das Fernrohr durch Drehen von B_1 auf die Marke. Das Fernrohr muß 2' sicher anzeigen. Nimmt man dafür sehr reichlich 0,05 mm an, dann muß die Brennweite rund mindestens 90 mm betragen. Notwendig ist dann aber auch, daß die Unterlage (Tisch) wieder hinreichend genau an demselben Ort steht. Da die Abweichung nicht 5' betragen darf, muß der Ort auf etwa $\frac{1}{700}$ des Abstandes von der Marke innegehalten werden, für je 100 m also auf etwa 14 cm genau. — Brett B_2 ist nicht nötig und würde nur stören. — Aber auch auf einem Fensterbrett kann man leicht entsprechende Leisten anbringen, durch die die

Füße F_{23} ohne weiteres richtig gestellt werden. Durch Luftzirkulation werden dann zwar mikrometrische Messungen etwas gestört, photographische Aufnahmen mit Brennweiten bis 135 mm aber nicht. Die Luftzirkulation kann man herabsetzen, wenn das Zimmer in den Abendstunden nicht geheizt ist, und wenn man noch geraume Zeit vorher die Fenster öffnet.

C. Änderungen und Ergänzungen des Fernrohrs.

Beim Schulfernrohr von MERZ ist beim Nachführen eines Sterns in nur mäßiger Höhe die Kopfhaltung ungemein unbequem und macht das Nachführen entweder unmöglich oder erschwert es sehr. Dem kann durch ein Zenitprisma abgeholfen werden. Ich benutze dafür ein geringfügig beschädigtes aus einem Prismenfeldstecher. Weiteres siehe diese Zeitschr. 35, 164 (1922).

Die Verbindung des Rohres mit dem Achsenkopf liegt dem Okular erheblich näher als dem Objektiv. Dadurch wird erreicht, daß man visuell auch noch in größeren Höhen nicht gar zu unbequem beobachten kann. Für das Nachführen ist das aber ein Nachteil, denn wenn die Hand das Rohr um etwa 0,1 mm bewegt, bewegt sich der Stern um rund 0,3 mm; auch ist das Gewicht dann nicht gleichmäßig um die Achse verteilt, und es wird am Okularende Gegengewicht nötig. Ich habe darum die Schrauben, die das Rohr am Stativ befestigen, gelöst und es durch Schellen nahe seinem Schwerpunkt befestigt. Dann streift das Okular auch bei zenitnahen Sternen das Stativ noch nicht, da das Zenitprisma ja verkürzend wirkt.

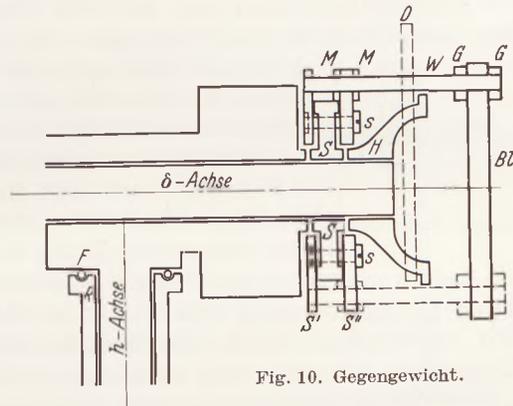


Fig. 10. Gegengewicht.

Zum Nachführen mit der Hand ist mein Fernrohr deswegen wenig geeignet, weil die Reibung zwischen dem Lager R (Fig. 10) für die Stundenachse und der Fläche F zu groß ist. Zunächst versuchte ich, die Reibung durch einen Kugellagerring für Fahrräder an dem genannten Ort herabzusetzen. Da aber die Achse konisch ist, wurde die Lagerung dadurch unsicher. Darum habe ich in R einen Ring drehen lassen und in diesen Kugeln gelegt, die nur 0,1 bis 0,2 mm herausragen. — Mir gelingt das Nachführen leichter, wenn die Drehung nicht gar zu leicht geht, aber Gleichmäßigkeit ist nötig und darum die Kugeln.

Ausbalancieren des Rohres. Das Nachführen wird ungemein erschwert, wenn das Rohr in einem Drehungssinn erhebliches Übergewicht hat; in Richtung der Bewegung ist es erträglich, wenn es klein ist, kann dann sogar das Nachführen erleichtern. Befestigt man darum Nebenapparate am Rohr (Kamera, Prismenkamera), so ist leider auch Gegengewicht äußerst erwünscht. Am günstigsten scheint es zu sein, wenn man die Nebenapparate an der Außenseite mit dem Schwerpunkt in der Verlängerung der Deklinationsachse anbringt; dann muß das Gegengewicht am andern Ende der Achse angebracht werden. Das ist folgendermaßen möglich. Die Scheibe S soll nach Wunsch offenbar eine Gradteilung erhalten (Fig. 10). An ihr habe ich durch Stabilschrauben s zwei Holzscheiben (S' , S'') befestigt, entsprechend dem Platz 5 und 8 mm dick. Diese Scheiben haben Durchbohrungen (bei MM ist eine sichtbar) für drei Gewindestangen W von 6 mm Dicke, 1 mm Ganghöhe und 150 mm Länge; sie werden durch Gegenmuttern MM gehalten. Das geht nicht bei S' (Platzmangel); darum ist die Durchbohrung hier so eng gemacht, daß das Gewinde nur mit einiger Reibung hineingedreht werden kann. Als Gegengewicht dient eine Bleischeibe Bl , gegossen im Deckel einer Bohnerwachsdose. Bl wird an drei Stellen durchbohrt, auf die Gewindestäbe W geschoben und in der richtigen Lage durch zwei Gegenmuttern GG gehalten. Dann

kann man aber die Handmuschel H zur Klemmung der δ -Achse nicht mehr bedienen; H wurde darum an zwei gegenüberliegenden Stellen durchbohrt für einen Messingdraht D von 5 mm Dicke.

Für das Fadenkreuz und das Mikrometer ist eine Feldbeleuchtung nötig; eine einfache hat HOFFMEISTER beschrieben (Astronomisches Handbuch, 2. Aufl., S. 48). Vgl. auch diese Zeitschr. 37, 176 (1924).

Ein entsprechendes Fadenkreuz kann man sich auch selbst herstellen. Ich benutze folgende Anordnung der Fäden (Fig. 11). Der Abstand der beiden δ -Fäden ist 0,1 mm, der Zwischenraum zwischen ihnen etwa 0,05 mm; gleiches gilt von den beiden α -Fäden; das kleine Quadrat in der Mitte hat also eine Seite von 0,05 mm. Bei Sternfeldaufnahmen darf der Stern diesen Raum nicht verlassen; dann übersteigt die Unschärfe auf der Platte nicht den zulässigen Betrag von 0,01 mm. Dieses



Fig. 11. Fadenkreuz.

Mittelfeld wird auch bei der Aufstellung benutzt zur Beurteilung von $\Delta\delta'$; man muß allerdings die Abweichung von Fadenmitte zu Mitte der Schätzung zugrunde legen.

Bei Spektralaufnahmen wandert der Stern zwischen den beiden δ -Fäden hin und her; solange er von diesen eingeschlossen ist, ist ebenfalls Unschärfe nicht zu befürchten. Hat sich der Stern um den

Abstand zweier Fäden in α bewegt, so wird er wieder zurückgeholt bis zum vorhergehenden Faden; er pendelt also zwischen zwei Fäden in α . Da deren Abstand rund 0,5 mm beträgt, werden die Spektren 0,1 mm breit; das ist zur Not ausreichend. Sollen die Spektren breiter werden, so muß man die doppelte Laufstrecke nehmen. Auch kann man bequem Spektren von verschiedener Belichtung nebeneinander legen. Zuerst läßt man den Stern etwa in den Feldern 1 bis 3 laufen, dann in 1 und 2 und zuletzt noch in 1. Nimmt man dann die Belichtungszeiten 3 : 2 : 2, so verhalten sich die Belichtungszeiten jedes Spektrums entsprechend 1 : 2 : 4. Manche Spektrallinien sind nur bei bestimmten Belichtungszeiten zu erhalten, und auch die Ausdehnung nach kürzeren Wellenlängen kann so untersucht werden. — Auch kann man sehr bequem mehrere Spektren auf dieselbe Platte nebeneinander legen, den ersten Stern etwa in Raum 1, den zweiten in Raum 3 usw. Die zulässige Zahl ist vor allem bedingt durch den Plattenschleier, hervorgerufen durch das Himmelslicht. Will man etwa im Spektrum des Orionnebel die Emissionen mit Absorptionslinien in Sternen vergleichen, so fotografiert man zuerst das Spektrum vom Nebel (δ Orionis als Leitstern) und legt dann mit einem Zwischenraum von drei Feldern etwa Sirius daneben.

Das Fadenkreuz kann man folgendermaßen herstellen. Man fotografiert eine 20fach größere Zeichnung auf Diapositivplatten und kopiert sie auf eine solche; sind die „Fäden“ dann noch nicht schwarz genug, so wird nochmals unkopiert.

Eine genauere Orientierung der Fäden ist nur bei Spektralaufnahmen nötig. Man kann bei feststehendem und richtig aufgestelltem Rohr einen Stern durch das Gesichtsfeld laufen lassen und nach seiner Abweichung vom Faden denselben drehen. Schneller kommt man zum Ziel, wenn man das Rohr um die Stundenachse schnell dreht und dabei den Stern in seiner Abweichung vom Faden beobachtet; man kann das schon in der Dämmerung machen. Auch kann man am Tage bei beliebiger Stellung der Stundenachse auf einen entfernten irdischen Punkt einstellen und das Rohr um die Stundenachse drehen; dieser Punkt muß auf dem Faden bleiben.

Man könnte vielleicht noch untersuchen, ob größere Rohre einen Vorteil bieten gegenüber dem Schulrohr. Da das Verhältnis der Brennweiten von Rohr und Kamera noch größer als 5:1 ist, machen sich Ungenauigkeiten beim Nachführen von gleichem linearen Betrage auf der Platte weniger bemerkbar. Wenn das aber ausgenutzt werden soll, muß man bei mangelhafter Aufstellung häufiger in δ korrigieren, was unbequem ist, oder es muß die Aufstellung korrekter sein; das ist bei nicht fester Aufstellung schwierig; vor allem die nach Fig. 9 ist nicht möglich. Außerdem glaube ich, daß bei nicht fester Aufstellung der schwierige Transport eines größeren Rohres

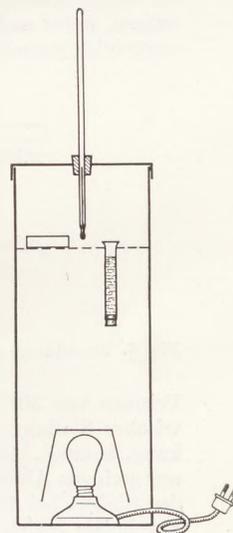
von der Benutzung abhält und die schwierige hinreichend genaue Aufstellung direkt auf der Erde noch mehr in dieser Richtung wirkt. Kreuzmikrometer geben an sich mit beiden Typen die gleiche Genauigkeit. Nur dürften bei größeren Rohren die Berührungsmomente infolge schnellerer Bewegung des Objekts schärfer definiert sein. Einstellung von Sternen am Tage erfordern bei langen Rohren ungleich genauere Aufstellung (und genauere Teilkreise). — Bei fester Aufstellung dagegen dürften lange Rohre überlegen sein; man findet sie anscheinend aber nur selten.

Die Herstellung von Kunstharzen im Schulversuch.

Von H. Lindner in Aue (Sa.).

In enger Anlehnung an die Verfahren der Industrie läßt sich die Herstellung der Kunstharze, wie sie unter den Namen Bakelit, Kunstbernstein usw. bekannt sind, in einfachen Versuchen in der Schule vorführen. Man erhält hierbei Erzeugnisse von beträchtlicher Festigkeit und schöner Färbung, die sich leicht sägen und bohren lassen. Es wirkt auf die Schüler sehr eindrucksvoll, wenn aus stark riechenden und wasserlöslichen Reagenzien allmählich hornartige, wasserunlösliche und unempfindliche Massen entstehen. Das hier besprochene Kunstharz, das in der Industrie den Namen „Edelbakelit“ führt, entsteht durch Kondensation von Phenol und Formaldehyd unter Austritt von Wasser. Das Herstellungsverfahren zerfällt in zwei Hauptabschnitte: die Herstellung eines noch in Alkohol, Aceton und anderen organischen Medien löslichen, zähflüssigen Vorproduktes und seine Härtung, wobei es durch Polymerisation und Verschwinden der aktiven Endglieder in hohem Maße chemisch inaktiv und mechanisch widerstandsfähig wird.

In einem Becherglas erhitzen wir: 50 g Phenol (kristallisiert, weiß), 100 ccm Formaldehyd 35% ig, 5 ccm Kalilauge (30 bis 40%). Wegen der entstehenden lästigen Formaldehyddämpfe geht man zweckmäßigerweise unter den Abzug. Die Temperatur steigt anfänglich auf 100°. Wir treiben aber die Erhitzung weiter, bis das ständig kontrollierende Thermometer 107° anzeigt. Ein bei dieser Temperatur mit dem Glasstab entnommener Probetropfen nimmt bei Abkühlung eine honigartige Konsistenz an. Die Erhitzung muß nun unterbrochen werden, da bei höherer Temperatur die Masse leicht aufschäumt und zu einem unbrauchbaren, blasigen Erzeugnis führt. Den Inhalt des Becherglases, das mit Kalilauge leicht zu reinigen ist, gießen wir in eine offene Blechschachtel (Zigaretenschachtel) oder in eine weite, einseitig verkorkte Glasröhre. Die Härtung dieses jetzt honiggelben Vorproduktes nehmen wir durch mehrstündiges Erwärmen der gefüllten Form bei 60° bis 65° vor. Dies kann in Ermangelung eines Trockenschrankes mit folgender, einfacher Behelfseinrichtung geschehen (siehe Figur). In eine hohe Blechbüchse (Bonbonbüchse) stellen wir unten eine elektrische Glühlampe hinein. Über die Lampe stülpen wir zwecks gleichmäßiger Verteilung der Wärme einen Blumentopf. Weiter oben bringen wir ein Drahtgeflecht an, auf das die Form gestellt wird. Ein mittels eines Korkes eingeführtes Thermometer dient zur Kontrolle der Temperatur. Ich erhielt eine gleichbleibende Warmheit von 65° bei Verwendung einer 25-Watt-Lampe. Ist die Temperatur höher als 70°, so tritt wiederum Aufschäumen und Blasigwerden der Masse ein. Den richtigen Wärmegrad von etwa 65° erreicht man leicht durch Ausprobieren verschiedener Lampen, bzw. durch Vorschalten einer weiteren Lampe als Widerstand. Nach 3- bis 4ständiger Erwärmung ist die Härtung beendet, und die nunmehr rubinrot gewordene Masse kann in der nächsten Unterrichtsstunde gezeigt werden. Sie läßt sich leicht aus den offenen Formen kippen bzw. aus der Röhre herausstoßen.



Querschnitt durch die behelfsmäßige Warmevorrichtung.

Durch Variation der verwendeten Reagenzien, z. B. Ersatz der Kalilauge durch Ammoniak, hat man es in der Hand, die verschiedensten Kunstmassen herzustellen. Schon durch einfache Einwirkung von starker Salzsäure auf ein Formaldehyd-Phenol-Gemisch entsteht ein rosafarbenes, blasiges Reaktionsprodukt, das allerdings nicht haltbar ist.

Berichte.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Optik der Röntgenstrahlen II¹. Bericht von Dr. H. STEPS in Jena.

VI. Die Brechung der Röntgenstrahlen.

Nach einer Brechung der Röntgenstrahlen von gleicher Art wie in der gewöhnlichen Optik, ohne Verbindung mit einer Interferenz im Kristallgitter (s. Teil I, Abschnitt IV), wurde von vielen Forschern, unter anderen auch schon von RÖNTGEN, vergeblich gesucht. Im allgemeinen wurden dazu

und WALLER¹, nachdem letzterer zuvor umfangreiche Rechnungen darüber angestellt hatte. Im Gegensatz zu früheren Untersuchungen wurden die Prismen in einer solchen Stellung benutzt, daß die Ablenkung ein Maximum war. Um dies zu erreichen, muß der einfallende Strahl fast streifend das Prisma treffen. Die schematische Anordnung ergibt sich aus der Fig. 4; Fig. 5 zeigt ein auf diese Weise gewonnenes Prismenspektrogramm. Neben dem gebrochenen Strahl erhält

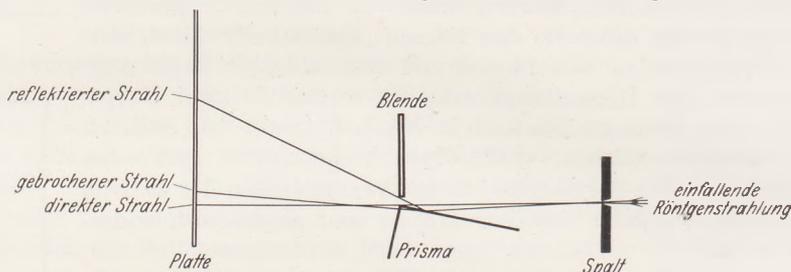


Fig. 4. Anordnung zum Nachweis der Brechung der Röntgenstrahlen nach LARSSON, SIEGBAHN und WALLER.

Prismen von 30° brechendem Winkel in symmetrischer Stellung, d. h. im Minimum der Ablenkung, benutzt. Heute wissen wir, daß wegen der nur geringen Abweichung des Brechungsindex von der Einheit bei dieser Anordnung keine positiven Ergebnisse erzielt werden konnten. Infolge der

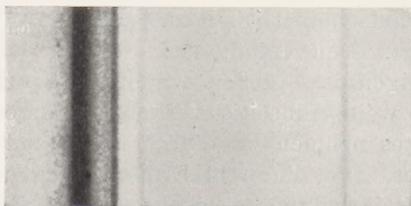


Fig. 5. Prismenspektrogramm nach LARSSON, SIEGBAHN und WALLER.

Kleinheit des Brechungseffektes ist auch die Verwendung der Brechung der Röntgenstrahlen etwa zu einer Prismenspektroskopie wenig aussichtsvoll. Dagegen kommt der Brechung der Röntgenstrahlen für die Bestimmung des Brechungsindex und für Dispersionsuntersuchungen weit mehr Bedeutung zu.

Der experimentelle Nachweis der Brechung in einem Prisma gelang 1924 LARSSON, SIEGBAHN

man bei derartigen Aufnahmen gleichzeitig einen an der vorderen Prismenfläche total reflektierten, der ebenfalls in der Figur zu sehen ist. Die Ablenkungswinkel betragen einige Winkelminuten.

Mit Hilfe eines sog. Doppelkristallspektrometers gelang es B. DAVIS und C. M. SLACK², die Brechung in verschiedenen Prismen (Ag, Cu, S und C) nachzuweisen. Es wurden die Prismen in symmetrischer Stellung zwischen beide Kristalle geschoben und der Drehwinkel ermittelt, um den der zweite Kristall nachgedreht werden muß, um wiederum Reflexion zu erhalten. Fig. 6 gibt eine schematische Darstellung dieser Versuchsanordnung wieder. Nach Angaben von DAVIS und SLACK betrug die Genauigkeit der so bestimmten Brechungsindizes 5%, die Drehwinkel konnten auf $\pm 0,1''$ genau abgelesen werden. Die gemessenen Ablenkungswinkel lagen in der Größenordnung einiger Winkelsekunden.

Schließlich ist noch die umfangreiche Untersuchung von A. LARSSON³ über die Dispersion im Quarz mittels der Prismenmethode zu erwähnen, in der die photographische Methode zu größter Genauigkeit entwickelt wurde.

¹ A. LARSSON, M. SIEGBAHN und I. WALLER: Naturwiss. 52, 1212 (1924).

² B. DAVIS u. C. M. SLACK: Physic. Rev. (2) 27, 796 (1926).

³ A. LARSSON: Diss. Uppsala 1929.

¹ Vgl. Bericht I in dieser Zeitschrift 48, 122 (1935).

Eine Abänderung der bisherigen Versuchsanordnungen gab H. E. STAUSS¹ an. Statt wie bislang den einfallenden Strahl streifend auf die vordere Prismenfläche aufzutreffen zu lassen, wird von ihm gezeigt, daß es besser ist, wenn der austretende Strahl das Prisma streifend verläßt. Er konnte nämlich nachweisen, daß bei streifendem Eintritt das Strahlenbündel durch die Brechung erheblich auseinander gezogen wird, während es bei streifendem Austritt zusammengedrängt wird.

Eine weitere Anwendung fand die Brechung der Röntgenstrahlen im Prisma zum Nachweise der Winkelabhängigkeit des Brechungsindex. In der gewöhnlichen Optik ist seit KETTELER (1875) bekannt, daß in absorbierenden Medien der Brechungsindex keine Konstante ist, sondern sich mit dem Einfallswinkel ändert. Da im allgemeinen im Röntgengebiet die Medien nicht durchsichtig sind, sondern eine gewisse Absorption besitzen, sollte eine gleiche Winkelabhängigkeit des Brechungsindex auch hier bestehen. Es gelang F. JENTZSCH und H. STEPS², die entsprechenden Formeln für das Röntgengebiet aus den alten KETTELERSchen Formeln zu entwickeln und zu zeigen, daß der Brechungsindex in erheblichem Maße vom Einfallswinkel abhängig ist. Für verhältnismäßig große Einfallswinkel (immer gegen die Oberfläche gemessen) sind die Abweichungen des Brechungsindex vom Normalwert ganz gering, während es einen ganz bestimmten Winkel gibt, bei dem der Brechungsindex Eins wird und von da ab nach noch kleineren Winkeln sogar größer als Eins werden kann. Diese theoretischen Betrachtungen wurden durch die Bestimmung des Brechungsindex eines Glasprismas in Abhängigkeit vom Einfallswinkel φ in recht befriedigender Weise bestätigt (s. Tabelle 4).

Tabelle 4.

Einfallswinkel $\varphi \times 10^3$	δ ber. $\times 10^6$	δ exp. $\times 10^6$
4,492	7,83	7,83
4,282	7,82	7,82
4,121	7,82	7,81
4,023	7,81	7,71
3,872	7,47	7,38

VII. Die Dispersion der Röntgenstrahlen.

Es zeigte sich, daß die nach den besprochenen Methoden (Totalreflexion, Abweichung vom BRAGGSchen Gesetz, Brechung im Prisma und Messung des Photostromes) ermittelten Werte des Brechungsindex im allgemeinen mit den nach der klassischen Dispersionsformel berechneten übereinstimmen, wobei die Eigenfrequenzen der Elektronen vernachlässigt wurden, d. h. daß bei Frequenzen weit von einem Absorptionsgebiet entfernt gearbeitet wurde. Bei einer Reihe sehr genauer Untersuchungen wurden jedoch geringe, aber systematische Abweichungen vom normalen

Dispersionsverlauf gefunden, zu deren Deutung das Mitwirken der Eigenfrequenzen der Atom-
elektronen herangezogen werden mußte.

So mußte an Stelle der vereinfachten Dispersionsformel

$$\delta = \frac{e^2}{2 \pi m c^2} N \lambda^2, \quad (24)$$

wonach $\frac{\delta}{\lambda^2}$ eine Konstante ist, die vollständige Dispersionsformel, die aus der klassischen Optik (DRUDE-LORENTZ) übertragen worden war, treten:

$$\delta = \frac{e^2}{2 \pi m c^2} \sum_i \frac{N_i}{\nu^2 - \nu_i^2} \quad (25)$$

[s. Formel (7), Teil I].

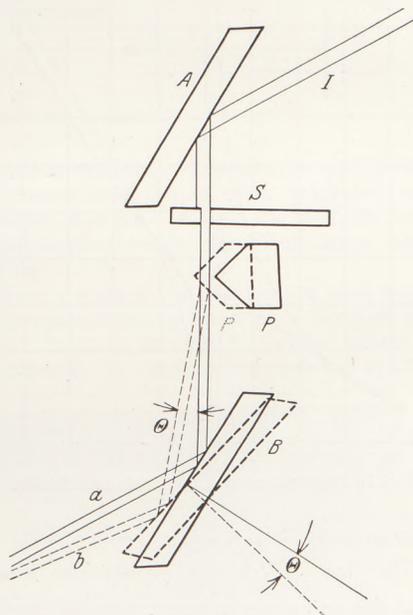


Fig. 6. Versuchsanordnung von DAVIS und SLACK.

Es zeigte sich nun weiter, daß auch diese Formel nicht den Verhältnissen im Röntgengebiet gerecht wird, da der Absorptionsverlauf in der gewöhnlichen Optik von dem im Röntgengebiete ganz verschieden ist. An Stelle einer scharfen Linienabsorption des optischen Gebietes tritt im Röntgengebiet eine kontinuierliche Folge von Absorptionsstellen auf. Auf Grund der Quantentheorie der Dispersion folgt, daß diesem Verhalten durch Einführung von Ersatzelektronen Rechnung getragen wird, deren Frequenzen von ν_i bis $\nu = \infty$ variieren, und deren Verteilung proportional λ^3 zu setzen ist.

H. KALLMANN und H. MARK¹ gelangten unter Berücksichtigung dieser Tatsachen zu folgender Dispersionsformel:

$$\delta = \frac{e^2}{2 \pi m c^2} \sum_i \frac{N_i}{\nu^2} \left\{ 1 - \left(\frac{\nu_i}{\nu} \right)^2 \ln \left[1 - \left(\frac{\nu}{\nu_i} \right)^2 \right] \right\} \quad (26)$$

unter Vernachlässigung der Dämpfung.

¹ H. E. STAUSS: *Physic. Rev.* **36**, 1101 (1930).

² F. JENTZSCH u. H. STEPS: *Zeitschr. Physik* **91**, 151 (1934).

¹ H. KALLMANN u. H. MARK: *Ann. Physik* **82**, 585 (1927).

Der Unterschied der beiden Dispersionsformeln im Dispersionsverlauf soll durch die Fig. 7 veranschaulicht werden.

Während in der Nähe einer Absorptionskante, z. B. der K -Kante, der δ -Wert auf der kurzwelligen Seite ansteigt und auf der langwelligen Seite jenseits der Kante von $-\infty$ kommt (gestrichelt), sinkt nach der KALLMANN-MARK-Formel δ auf beiden Seiten der Kante auf $-\infty$. In der Kante selbst wird δ nach beiden Formeln unbestimmt.

Eine der KALLMANN-MARK-Formel ähnliche wurde von J. A. PRINS¹ in etwas anderer Form dargestellt. Bezeichnet man nach PRINS

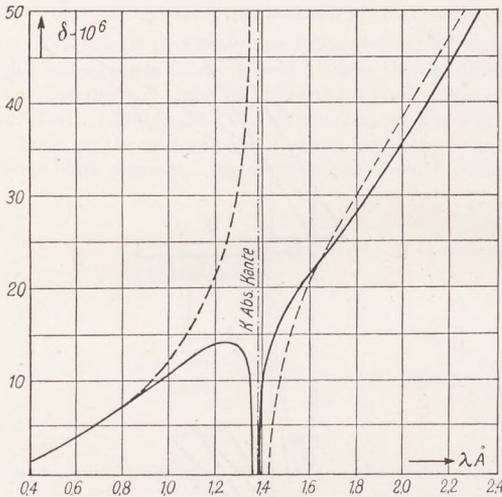


Fig. 7. Darstellung des Dispersionsverlaufes.

Brechungsindex mit $n = 1 - \alpha - \beta i$ und legt ebenfalls das $\frac{1}{\nu^3}$ -Verteilungsgesetz der Ersatzoszillatoren zugrunde, so erhält man bei Berücksichtigung der K -Absorption für die kurzwellige Seite für die Koeffizienten α und β :

$$\alpha_k = \frac{2\pi e^2 N_k}{m \omega k^2 x^2} \left[1 + \frac{\ln(x^2 - 1)}{x^2} - \frac{2\pi \kappa}{x^3} \right] \quad (27 a)$$

$$\beta_k = \frac{2\pi e^2 N_k}{m \omega k^2} \left[\frac{x^2 - 2}{x^2 - 1} + \frac{2 \ln(x^2 - 1)}{x^2} \right] \frac{\kappa}{x^3} + \frac{\pi}{x^4} \quad (27 b)$$

und für die langwellige Seite

$$\alpha_k = \frac{2\pi e^2 N_k}{m \omega k^2 x^2} \left[1 + \frac{\ln(1 - x^2)}{x^2} \right] \quad (28 a)$$

$$\beta_k = \frac{2\pi e^2 N_k}{m \omega k^2 x^3} \left[\frac{2 - x^2}{1 - x^2} + 2 \frac{\ln(1 - x^2)}{x^2} \right]. \quad (28 b)$$

Es bedeuten hier $x = \frac{\omega}{\omega_k}$ ($\omega = 2\pi\nu$) und $\kappa = \frac{k}{\omega k}$, wo κ das Dämpfungsverhältnis angibt.

Für die L -, M -Absorptionen sind die entsprechenden Ausdrücke hinzuzufügen. Die Dämpfung macht sich nur in allernächster Nähe der Absorptionsstelle bemerkbar und darf in den übrigen Fällen bedenkenlos vernachlässigt werden.

¹ J. A. PRINS: Nature **120**, 188 (1927). — Zeitschr. Physik **47**, 479 (1928).

Vernachlässigt man die Dämpfung κ in dem Ausdruck für α_k auf der kurzwelligen Seite und summiert dann über sämtliche Absorptionsgebiete, so stimmen die Dispersionsformeln von KALLMANN-MARK und PRINS überein.

Zur Prüfung dieser theoretischen Betrachtungen sind mit in erster Linie die sehr genauen, nach drei verschiedenen Methoden gewonnenen Dispersionsmessungen LARSSONS¹ heranzuziehen. Er bestimmte die Brechungsindizes verschiedener Substanzen in Abhängigkeit von der Wellenlänge bis in Gebiete nahe der Absorptionsstelle und fand qualitative Übereinstimmung zwischen seinen Ergebnissen und der Theorie nach KALLMANN-MARK bzw. PRINS. Durch Annahme einer anderen „Resonatorenstärke“ für die K -Elektronen von geeigneter Größe läßt sich eine weit bessere Übereinstimmung erzielen. So sollen nach KRAMERS und KRONIG die K -Oszillatoren nicht 2, sondern nur 1,3 betragen.

Diese anomale Dispersion muß im übrigen auch bei der korrigierten BRAGGSchen Gleichung berücksichtigt werden, wenn in der Nähe eines Absorptionsgebietes gearbeitet wird. Hierauf soll jedoch nicht weiter eingegangen werden.

Zum Schlusse dieses Abschnittes sei noch erwähnt, daß mit einer von J. A. PRINS² angegebenen Anordnung durch eine einzige photographische Aufnahme eine Übersicht über den gesamten Dispersionsverlauf einer Substanz erhalten werden kann. Sie ähnelt der Methode der gekreuzten Prismen der Optik. Wenn es auch zu einer solchen Aufnahme erheblicher Belichtungszeiten bedarf, so sind doch die Vorteile dieser Methode nicht von der Hand zu weisen.

VIII. Beugung und Interferenz der Röntgenstrahlen.

a) Beugung am Spalt.

Auch nach der Beugung der Röntgenstrahlen an Spalten wurde von Anfang an von zahlreichen Seiten gesucht. Die Untersuchungen verliefen alle negativ bis auf einige Versuche, wo eine geringe Andeutung einer Verbreiterung des Spaltbildes festgestellt wurde. Sorgfältige Messungen führten dann WALTER und POHL³ aus, deren photographische Aufnahmen von P. P. KOCH photometrisch ausgewertet wurden. Aus diesen Ergebnissen kam A. SOMMERFELD zu einer Schätzung der Wellenlänge in der Größenordnung von 0,4 ÅE, was wohl einigermaßen mit den WALTER-POHLSchen Versuchen übereinstimmte.

Der erste wirklich positive Nachweis der Beugung mit monochromatischer Cu - K -Strahlung wurde erst erheblich später von WALTER geführt⁴. Weitere sehr genaue Untersuchungen über Beugungserscheinungen stammen aus der SIEGBAHN-

¹ A. LARSSON: l. c.

² J. A. PRINS: Zeitschr. Physik **47**, 479 (1928).

³ B. WALTER u. R. POHL: Ann. Physik **25**, 715 (1908); **29**, 331 (1909).

⁴ B. WALTER: Ann. Physik **74**, 661 (1924); **75**, 189 (1924).

schen Schule. Von BÄCKLIN¹ wurden eine Reihe von Beugungsaufnahmen gemacht, die er als Nebenergebnis einer größeren Arbeit über Plangitterspektren erhielt. Die Belichtungszeiten waren hierbei im Gegensatz zu den von WALTER verwendeten (mehrere Stunden) erheblich kürzer und betragen nur wenige Minuten. Mit Al-K-Strahlung ($\lambda = 8,3 \text{ \AA}$) erhielt er auf der photographischen Platte bis zu 40 Beugungsstreifen.

Andererseits ist es auch bei bekannter Spaltbreite möglich, dieses Beugungsphänomen zur Wellenlängenbestimmung zu verwenden. Entsprechende Versuche führte ein anderer Schüler SIEGBAHS, G. KELLSTRÖM¹, aus. Als Ergebnis zeigte sich, daß die Spaltbreiten nicht mit allzu großer Genauigkeit bestimmt werden können, daß nur relative Wellenlängenbestimmungen damit auszuführen sind. Bei Abänderung der üblichen

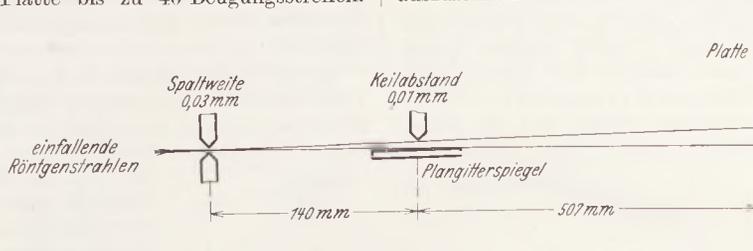


Fig. 8. Anordnung von BÄCKLIN zur Beugung.

Die schematische Anordnung ergibt sich aus der Fig. 8. Das einfallende Strahlenbündel wurde zunächst durch einen 0,03 mm breiten Spalt ausgeblendet und fiel dann durch einen zweiten, der aus einem ebenen Glasgitter und einer ihm gegenübergestellten Schneide gebildet wird. Steht der Plangitterspiegel so, daß auch noch die Strahlen an ihm total reflektiert werden können, so wird neben der reinen Beugung noch Interferenz erhalten. Hierdurch können die Verhältnisse vollkommen unübersichtlich werden. Die hierbei auftretenden Phänomene haben, das sei an dieser Stelle ausdrücklich hervorgehoben, nichts zu tun mit den Gitterinterferenzen, die bei ganz anderen Winkeln auftreten. Mit Hilfe reiner Spaltbeugungsbilder mit langwelligen Röntgenstrahlen ($\text{Al K}\alpha = 8,3 \text{ \AA}$) bestimmte LARSSON² die Spaltbreite seiner Versuchsanordnung, mit der er die umfangreichen und exakten Dispersionsuntersuchungen ausgeführt hat. Es ist dies wohl das erste Mal, daß zum Ausmessen von Spaltbreiten statt gewöhnlichen Lichtes Röntgenstrahlen verwendet wurden. Wegen ihrer viel kleineren Wellenlänge werden sie bei so kleinen Spaltbreiten weit überlegener als gewöhnliches Licht sein und zu größerer Genauigkeit führen. Ein von LARSSON aufgenommenes Beugungsbild sei in der Fig. 9 wiedergegeben.

Versuchsanordnung — Ersetzen des symmetrischen Beugungsspalt durch einen schmalen schiefgestellten Spiegel — konnte die Methode auch zu Absolutbestimmungen der Wellenlänge benutzt werden.

Ferner wurden von KELLSTRÖM noch folgende Beugungserscheinungen mit Al-K-Strahlen untersucht: Beugung an einer Halbebene, innere Beugungsfransen an einem symmetrischen Spalt und

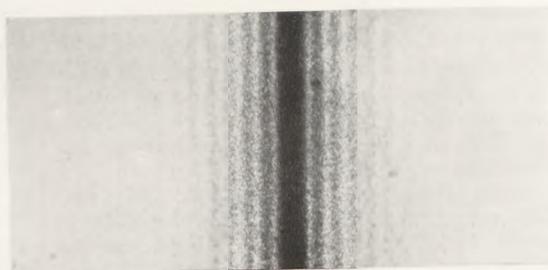


Fig. 9. Spaltbeugung mit Al-K-Strahlung nach LARSSON.

Aus der Beziehung

$$s \cdot \frac{a}{R} = k \cdot \lambda, \quad (29)$$

wobei s die Spaltbreite, a den Abstand der Beugungsfransen vom Zentralstrahl, k die LOMMELschen Zahlen, R den Abstand des Spaltes von der photographischen Platte und λ die Wellenlänge bedeuten, wurde die Spaltbreite berechnet. Um den hohen Grad der Meßgenauigkeit zu zeigen, sei die Auswertung einer Aufnahme in der Tabelle 5 mitgeteilt.

Beugung an dünnen Drähten. Die experimentellen Ergebnisse wurden von ihm mit der Theorie verglichen und zeigten innerhalb der Fehlergrenzen gute Übereinstimmung.

Tabelle 5.

Beugungsstreifen	a	k	s
1	0,1115 mm	1,430	0,005410
2	0,1885	2,459	5503
3	0,265	3,471	5525
4	0,339	4,477	5571
5	0,418	5,482	5532

Als Mittelwert ergab sich für die Spaltbreite $s = 0,00553 \pm 0,00004 \text{ mm}$.

¹ E. BÄCKLIN: Diss. Uppsala 1928.

² A. LARSSON l. c.

¹ G. KELLSTRÖM: Diss. Uppsala 1932.

b) *Beugung an Liniengittern.*

Nachdem die Reflexion der Röntgenstrahlen bei kleinen Einfallswinkeln (Totalreflexion) bekannt war, lag es durchaus im Bereich der Möglichkeit, mit Strichgittern bei gleicher Anordnung zu Beugungserscheinungen zu gelangen. Der erste Nachweis dieser Art der Beugung gelang A. H. COMPTON und DOAN¹ mit einer Anordnung, wie sie schematisch in Fig. 10 dargestellt ist.

Nachdem die von einer Mo-Röhre kommende Strahlung von einem Kristall spektral zerlegt wurde, fiel sie nach Passieren eines Spaltes unter sehr kleinem Winkel auf ein Plangitter mit 50 Strichen je Millimeter und danach auf die photographische Platte. Außer den reflektierten

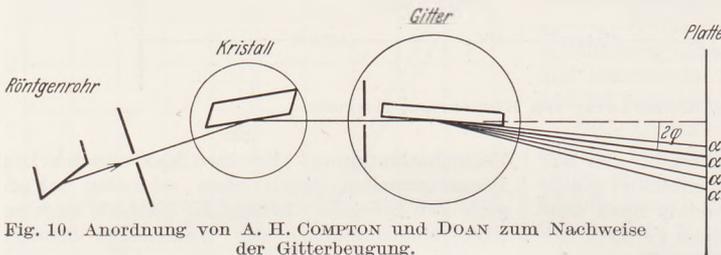


Fig. 10. Anordnung von A. H. COMPTON und DOAN zum Nachweise der Gitterbeugung.

waren auf den Aufnahmen 1 „negative“ und 3 „positive“ Ordnungen der Spektrallinien zu sehen. Die Auswertung einer solchen Gitteraufnahme kann zur Wellenbestimmung dienen. Sie erfolgt nach der Gittergleichung

$$n \cdot \lambda = d [\cos \varphi - \cos (\varphi + \alpha_n)] \quad (30)$$

(α_n Beugungswinkel, d Gitterkonstante) und ergab für die Wellenlänge der von COMPTON und DOAN benutzten Mo $K\alpha$ -Linie den Wert $0,707 \pm 0,003$ ÅE, ein Wert, der mit den Kristallmessungen gut übereinstimmt (0,708 ÅE).

Beim Betrachten der Gleichung (30) folgt, daß zur Ermittlung der Röntgenwellenlänge mittels Strichgittern neben den Winkeln nur die Strichgitterkonstante d , die mit großer Genauigkeit zu bestimmen ist, bekannt zu sein braucht. Wenn es also gelingt, die Genauigkeit der Winkelmessung recht hoch zu treiben, so ist damit die Möglichkeit gegeben, aus den berechneten Wellenlängen die Atomebenenabstände anderer Kristalle in absolutem Maße nach der BRAGGSchen Gleichung zu bestimmen.

Daneben genießt die Gittermethode überall dort den Vorzug, wo die Kristalle wegen ihrer zu kleinen Gitterkonstante nicht mehr benutzt werden können, das ist im langwelligen Röntgengebiet.

Die hierauf folgenden Untersuchungen wurden mit Versuchsanordnungen ausgeführt, die keine Vorzerlegung der Strahlung benutzten, sondern bei denen die von der Röhre kommende Strahlung durch 2 Spalte auf das Gitter fiel. Zu Absolutbestimmungen der Wellenlängen eigneten sich die Ergebnisse der bisherigen Arbeiten wegen ihrer geringen Genauigkeit nicht. Mit einer stark ver-

besserten Versuchsanordnung (s. Fig. 9) gelang es BÄCKLIN als erstem, Absolutbestimmungen der Röntgenwellenlängen auszuführen. Die Schwierigkeit der Messungen liegt unter anderem in der genauen Ermittlung der kleinen Winkel φ und α_n (s. Formel 30). BÄCKLIN wählte zu seinen Versuchen eine Reihe langwelliger Strahlungen, wodurch größere Winkel und damit eine größere Genauigkeit erreicht wurden. Die Ergebnisse BÄCKLINS sind in der folgenden Tabelle 6 wiedergegeben.

In der dritten Spalte sind die Wellenlängenwerte aus Kristallmessungen aufgeführt. Diese Zusammenstellung zeigt, daß die absolut gemessenen Wellenlängen durchweg etwa $1,5\%$ größer sind als die Kristallwerte. BÄCKLIN errechnete umgekehrt aus dieser Wellenlänge die Gitterkonstante von Kristallen und übrigens auch den Wert der Elektronenladung, für den er $e = 4,793 \cdot 10^{-10}$ ESE erhielt. Dieser Wert liegt etwa 4% höher als der allgemein bekannte, von MILLIKAN angegebene $4,774 \cdot 10^{-10}$ ESE. Womit der Unterschied zu begründen ist, steht noch nicht fest. Mannigfache Erklärungen sind hierfür gegeben worden.

Tabelle 6.

Spektrallinie	Liniengitter $\lambda \cdot 10^{11}$ cm	Kristall- messungen λ in X.E.	Abweichung in $\%$
Mo L_{α_1}	5402	5394	1,4
Mo L_{β_1}	5174	5166	1,6
Al $K_{\alpha_1, 2}$	8333	8321	1,4
Mg $K_{\alpha_1, 2}$	9883	9868	1,5

In weiteren Untersuchungen von anderer Seite (CORK¹) wurden Abweichungen in demselben Sinne wie sie BÄCKLIN festgestellt hat, gefunden. CORK gibt als Ergebnis seiner Arbeit folgende Werte an (Tabelle 7):

Tabelle 7.

	Liniengitter $\lambda \cdot 10^{11}$ cm	Kristall- messungen λ in X.E.	Abweichung in $\%$
Mo L_{α_1}	5412	5394	3,3
Mo L_{β_1}	5183	5166	3,3

Die Plangittermethode hat im übrigen den Nachteil, daß zur Erzielung scharf definierter Spektrallinien eine erhebliche Ausblendung des Strahlenbündels erforderlich ist. Bei Verwendung von Konkavgittern, ebenfalls bei kleinen Einfallswinkeln, läßt sich das Strahlenbündel fokussieren, so daß mit größeren Öffnungswinkeln gearbeitet werden kann. Eine zuerst von OSGOOD² angege-

¹ J. M. CORK: *Physic. Rev.* **35**, 128 (1930).

² T. H. OSGOOD: *Physic. Rev.* (2) **30**, 567 (1927).

¹ A. H. COMPTON u. DOAN: *Proc. Nat. Acad. Sci., U.S.A.* **11**, 598 (1925).

bene Versuchsanordnung dieser Art zeigt schematisch Fig. 11.

Auch die photographische Platte wurde zu einem Kreis von etwa 1 m Radius gebogen. Da die Strahlen die photographische Platte unter sehr kleinen Winkeln treffen, ist hierzu eine exakte Justierung erforderlich. Im Verlaufe späterer Untersuchungen zeigte sich, daß bei geeigneter Konstruktion des Spektrometers eine erhebliche Genauigkeit erzielt werden kann, die sogar die Plangittermethode um ein Vielfaches übertrifft. Einmal ist infolge der Fokussierung eine weit größere Schärfe zu erreichen, zum anderen

falls. Die von einem Spalt ausgehenden Strahlen treffen zum Teil streifend den Spiegel und interferieren nach der Reflexion mit den zum Teil direkt am Spiegel vorbeigegangenen. Aus den Interferenzaufnahmen wurden die Wellen von Al K_{α} und Cu $L_{\alpha\beta}$ mit einer Genauigkeit von 2 bis 3% bestimmt. Weiterhin konnte KELLSTRÖM nachweisen, daß auch bei Reflexion an einem dünneren Medium bei streifendem Einfall stets ein Phasensprung von einer halben Wellenlänge auftritt, wie es die Theorie verlangt, und daß das Ergebnis von LINNIK im Widerspruch zur Theorie steht.

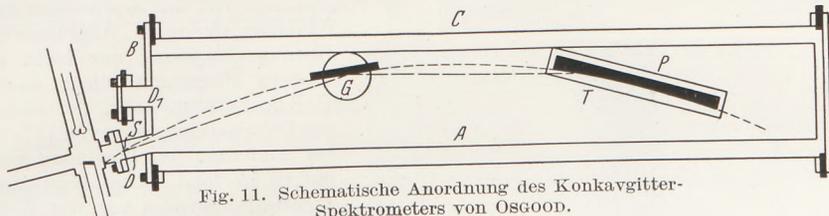


Fig. 11. Schematische Anordnung des Konkavgitterspektrometers von OSGOOD.

wird wegen der schief gestellten Platte das Spektrum weit auseinandergezogen.

c) Interferenz der Röntgenstrahlen.

In diesem letzten Abschnitt seien noch einige Arbeiten besprochen, bei denen reine Interferenzversuche mit Röntgenstrahlen ausgeführt wurden. So gelang es LINNIK¹, den LLOYDSchen Spiegelversuch mit Röntgenstrahlen nachzumachen, bei Verwendung der verhältnismäßig kurzwelligen monochromatischen Strahlung von Cu K_{α} ($\lambda = 1,539 \text{ \AA}$) und Fe K_{α} ($\lambda = 1,937 \text{ \AA}$). Eine Auswertung der Interferenzstreifen ergab für die Wellenlängenbestimmung eine Genauigkeit von etwa 2%. Auf Grund seiner Ergebnisse glaubte LINNIK gezeigt zu haben, daß bei Reflexion an einem Spiegel kein Phasensprung von einer halben Wellenlänge wie im rein optischen Falle eintritt. Dies sei durchaus zu erwarten, da der Brechungsindex kleiner als Eins sei.

Von der SIEGBAHNSchen Schule widmete dann G. KELLSTRÖM² diesem Problem eine umfangreiche Arbeit, in der es ihm darauf ankam, die Möglichkeit weiterer klassischer Interferenzversuche mit langwelligen monochromatischen Röntgenstrahlen aufzuzeigen.

So untersuchte er die Bedingungen für die Ausführung des FRESNELSchen Spiegelversuches mit Röntgenstrahlen und konstruierte für diese Zwecke einen Hochvakuumspektrographen, mit dem er eine Reihe sehr hübscher Interferenzaufnahmen ausführte. Bei genauer Fehlerbetrachtung stellte sich heraus, daß mit dem FRESNELSchen Spiegelversuch eine Wellenlängenbestimmung mit einer Genauigkeit von höchstens 1% möglich ist.

Den LLOYDSchen Spiegelversuch mit nur einem Spiegel, der zu den einfachsten Interferenzversuchen gehört, wiederholte KELLSTRÖM eben-

Eine sehr interessante Interferenzerscheinung an dünnen Schichten ist von H. KLISSIG¹ beschrieben worden. Bei Untersuchungen über die Totalreflexion von Röntgenstrahlen an dünnen, durch Verdampfung hergestellten Ni-Schichten auf Glasunterlage zeigte sich, daß nach Überschreiten des Grenzwinkels der Totalreflexion beim Drehen des Spiegels Maxima und Minima der reflektierten Intensität auftraten. Die Erklärung für diese Erscheinung ist die folgende. Außerhalb des Grenzwinkels dringt ein definierter

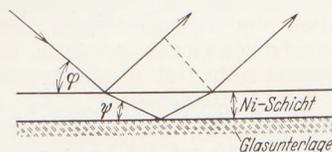


Fig. 12. Strahlengang bei Interferenzen an dünnen Schichten.

Röntgenstrahl in die Nickelschicht ein, trifft dann unter sehr kleinem Winkel auf die Grenzfläche Nickel-Glas und wird hier reflektiert. Dieser reflektierte Strahl kann wiederum mit merklicher Intensität herauskommen, wenn die Nickelschicht hinreichend dünn ist. Der an der Grenzfläche Nickel-Luft und der aus dem Innern kommende Strahl gelangen zur Interferenz und liefern daher bei Drehung Maxima und Minima. Zum Verständnis dieser Erscheinung sei der Verlauf des Strahlenganges kurz wiedergegeben (Fig. 12).

Da der Brechungsindex von Ni kleiner ist als der der Unterlage, Glas, so folgt aus den KLISSIGSchen Versuchen, daß an der Nickel-Glas-Grenzfläche eine Reflexion am optisch dichteren Medium stattgefunden hat. Dies ist bei Röntgenstrahlung nur möglich, wenn die Strahlen schon Materie

¹ W. LINNIK, Naturwiss. 18, 354 (1930). — Zeitschr. Physik 65, 107 (1930).

² G. KELLSTRÖM: l. c.

¹ H. KLISSIG: Naturwiss. 18, 847 (1930). — Ann. Physik 10, 770 (1931).

durchdrungen haben, denn jede Substanz ist für Röntgenstrahlen optisch dünner als Vakuum. Durch Ausmessen der erhaltenen Interferenzaufnahmen, von denen eine in Fig. 13 wiedergegeben sein soll, konnte KIESSIG sowohl die Dicke der aufgedampften Ni-Schichten als auch den Brechungsindex bestimmen. Es gelang, Schichtdicken bis zu einer Dicke von 115 ÅE herab genau zu bestimmen. Vielleicht läßt sich diese Röntgeninterferenzerscheinung so weit ausbauen, daß Dickenmessungen dünner Schichten weit genauer und auch bei so dünnen Schichten vorgenommen werden können, bei denen die sonst übliche optische Interferenzmethode versagt.

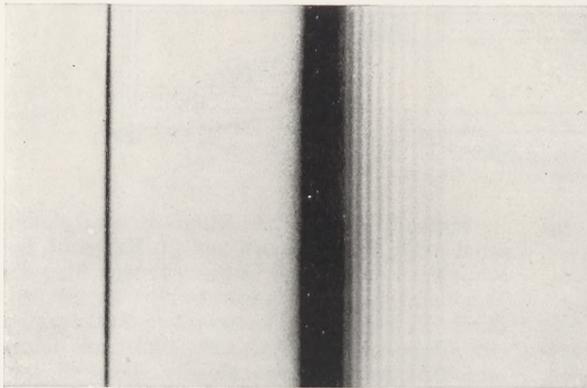


Fig. 13. Drehaufnahme von Röntgeninterferenzen nach KIESSIG.

IX. Die Polarisation der Röntgenstrahlen.

Während die anderen, bereits besprochenen Eigenschaften der Röntgenstrahlen verhältnismäßig spät gefunden wurden, gelang der Nachweis der Polarisation recht früh im Jahre 1905 C. G. BARKLA¹. Seine Untersuchungen gründen sich auf die von J. J. THOMSON² entwickelte Vorstellung über die Zerstreung von Röntgenstrahlen. Danach werden die in einem Körper vorhandenen Elektronen, sobald Röntgenstrahlen auf diesen treffen, von den elektrischen Kräften des Schwingungsimpulses in Schwingungen versetzt. Ist die auffallende Strahlung linear polarisiert, so bildet jedes Elektron bei Vernachlässigung der Bindungskräfte der Elektronen einen linearen Oszillator mit einer Schwingungsrichtung parallel zum elektrischen Vektor. Dieser Oszillator strahlt ein Maximum von Energie in Richtung senkrecht zu seiner Schwingungsrichtung aus, während in Richtung des elektrischen Vektors keine Strahlung gestreut wird. Mißt man die in diese beiden Richtungen gestreute Intensität, so läßt sich damit eine etwa vorhandene Polarisation nachweisen. Ist die einfallende Strahlung völlig unpolarisiert, so muß natürlich die Intensität der Streustrahlung in sämtlichen Richtungen gleich groß sein. BARKLA gelang es auf diese Weise, eine Polarisation der

von einer Röntgenröhre kommenden Strahlung eindeutig festzustellen. Als Streukörper, d. h. als Analysator verwendete er Papier, Aluminium oder Kohle. Es ergab sich, daß die in zwei zueinander senkrechten Richtungen gestreuten Intensitäten sich etwas voneinander unterschieden, woraus zu schließen ist, daß die aus der Röhre kommende Strahlung partiell polarisiert ist.

Die Versuche BARKLAS wurden von anderer Seite in ähnlicher Weise nachgeprüft und bestätigt.

Die Abhängigkeit des Polarisationsgrades von der an der Röntgenröhre liegenden Spannung untersuchte als erster BASSLER¹. Er fand, daß der Polarisationsgrad mit wachsender Spannung dauernd abnimmt. Allerdings war die Spannungsmessung nur recht ungenau. Bessere Messungen führte dann später P. KIRKPATRICK² aus, der einen Abfall des Polarisationsgrades von 13% auf 4,2% bei Änderung der Spannung von 25 kV auf 65 kV fand. Eine Abhängigkeit des Polarisationsgrades von der Wellenlänge bei konstant gehaltener Spannung ist in neuerer Zeit von E. WAGNER und P. OTT³ festgestellt worden. Als Analysator diente dabei statt der bisher verwendeten Streukörper ein reflektierender Kristall, der gleichzeitig die spektrale Zerlegung vornahm. Für eine Wellenlänge von $\lambda = 2$ ÅE wurde der Polarisationsgrad in Abhängigkeit von der an die Röntgenröhre gelegten Spannung gemessen, wobei sich ergab, daß mit Annäherung an die Grenzspannung, die $\lambda = 2$ ÅE gerade noch anregt, ein Steigen des Polarisationsgrades eintritt.

Einen weiteren Beitrag zu der Messung des Polarisationsgrades lieferte P. A. ROSS⁴. Er verwendete nicht die Spektralzerlegung mittels Kristalles, sondern eine weit größere Intensitäten liefernde Zweifiltermethode zur Aussonderung der Wellenlänge. Aus dem Spektrum einer W-Röhre wurde ein Wellenlängenbereich von 0,46 bis 0,485 ÅE mittels Cd- und Ag-Filter herausgefiltert. Die zu der Anregung dieses Wellenlängengebietes nötige Spannung liegt etwa bei 25 kV. Die Messung des Polarisationsgrades ergab bereits 90% bei 27,3 kV Röhrenspannung, während bei 50 kV noch nichts polarisiert war.

Über die Abhängigkeit der Polarisation von der Emissionsrichtung ist zu sagen, daß, aus einfachen Symmetriebetrachtungen folgend, in den Azimutstellungen 0° und 180° der Polarisationsgrad Null sein muß. Aussagen über die weitere Azimutabhängigkeit sind jedoch nicht ohne weiteres möglich, sondern erfordern erst recht genaue Betrachtungen. Experimentell ist über eine solche Abhängigkeit kaum etwas bekannt geworden. Von BASSLER liegen lediglich einige

¹ E. BASSLER: Ann. Physik 28, 860 (1909).

² P. KIRKPATRICK: Physic. Rev. 22, 226 (1923).

³ E. WAGNER u. P. OTT: Ann. Physik 85, 425 (1928).

⁴ P. A. ROSS: Physic. Rev. 28, 425 (1926).

¹ C. G. BARKLA: Philos. Trans. Roy. Soc. London (A) 204, 476 (1905).

² J. J. THOMSON: Conduction of Electricity through Gases.

orientierende Versuche vor. — Es war bei den Versuchen von WAGNER und OTT erwähnt worden, daß als Analysator ein Kristall diene, der gleichzeitig die Analyse der spektralen Zusammensetzung der Strahlung bewirkte. In gleicher Weise kann ein solcher Kristall auch als Polarisator verwendet werden. Bei einer Untersuchung von MARK und SZILARD¹ wurde die von der Röntgenröhre kommende Strahlung zunächst an einem

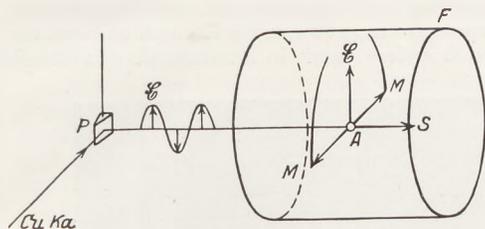


Fig. 14. Polarisationsversuch nach MARK und SZILARD.

Steinsalzkrystall *P* (s. Fig. 14) unter nahezu 90° reflektiert, dabei spektral zerlegt und gleichzeitig linear polarisiert. Diese linear polarisierte monochromatische Strahlung fiel dann auf den Analysator *A*, ein Kristallpulver in DEBYE-SCHERRER-Anordnung, das von einem zylindrischen Film umgeben ist. Hier ist an Stelle der gewöhnlichen Streuung nur eine Reflexion unter einem Winkel von annähernd 90° getreten. Das Ergebnis einer so gewonnenen Aufnahme zeigt Fig. 15. Da auf dem Film zwei deutliche Maxima und Minima auftraten, ist damit bewiesen, daß die einfallende Strahlung linear polarisiert war.

¹ H. MARK u. L. SZILARD: Zeitschr. Physik **35**, 743 (1926).

Untersuchungen, eine Wirkung eines magnetischen Feldes auf die Polarisationsenebene (Drehung) nachzuweisen, fehlen ebenfalls nicht. W. KARTASCHAGIN und E. TSCHETWERIKOWA¹ stellten fest, daß beim Durchgang primärer Röntgenstrahlen durch verschiedene Streukörper, die sich in einem magnetischen Felde von 700 Gauß befanden, eine Drehung der Polarisationsenebene wegen der Kleinheit des Drehungswinkels kaum zu ermitteln ist. Bei Verwendung von Eisen als Streukörper wird ein etwas größerer Wert zu erwarten sein. Von anderer Seite wurden diese Betrachtungen



Fig. 15. Photographische Aufnahme zum Nachweise der Polarisierung nach MARK und SZILARD.

widerlegt. An entscheidenden Messungen fehlt es bisher noch.

Im Verlaufe der vorhergehenden Ausführungen sind die Eigenschaften der Röntgenstrahlen eingehend beschrieben worden. Gar manches Mal konnten wir sehen, ein wie mühsamer Weg beschritten werden mußte, um zu eindeutigen Aussagen zu gelangen. Das Bild, das wir uns heute vom Wesen der Röntgenstrahlen machen müssen, ist nach den Erkenntnissen der letzten Jahre fast völlig abgeschlossen und abgerundet. Neuere Erkenntnisse werden wir deshalb in den folgenden Jahren kaum mehr zu erwarten haben. Hier und da können allerdings noch kleinere Lücken ausgefüllt und ergänzt werden.

¹ W. KARTASCHAGIN u. E. TSCHETWERIKOWA: Zeitschr. Physik **39**, 886 (1926).

3. Geschichte und Erkenntnistheorie.

Karl Rosenbergs goldenes Doktorjubiläum.

Am 25. Juni 1935 konnte der Mitherausgeber unserer Zeitschrift K. ROSENBERG die fünfzigjährige Wiederkehr des Tages feiern, an dem er von der Universität Graz zum Dr. phil. promoviert worden ist¹. Die Grazer Tagespost gibt in Nr. 175 auf S. 5 die folgende Schilderung der goldenen Promotion. „Gestern mittag fand in der Aula der Grazer Universität die goldene Promotion des Universitätsprofessors und Landesschulinspektors i. R. Hofrates Dr. KARL ROSENBERG statt, zu der sich viele Freunde und Schüler dieses Altmeisters des Physikunterrichtes eingefunden hatten.“ Nach der namentlichen Aufzählung der erschienenen Vertreter der Regierung, der Unterrichtsverwaltung, der Universität, der Schulen und der Urania heißt es weiter: „Sehr stark war die Akademische Sängerschaft ‚Gothia‘ vertreten, die auch 4 Chargierte in vollem Wuchs zur Promotion Dr. ROSENBERGS, der zu ihren Alten Herren zählt, entsandt hatte. Der Dekan der philosophischen Fakultät Dr. STORCH gab zu

¹ Der Tag der Promotion war der 23. Juni 1885. Wegen des Sonntags konnte die Jubiläumsfeier nicht am 23. Juni 1935 stattfinden.

Beginn der Feier den Beschluß der Fakultät bekannt, dem ehemaligen Hörer der Universität Hofrat Dr. ROSENBERG für seine rastlose Tätigkeit in den vergangenen 50 Jahren das Doktordiplom zu erneuern. Der Redner feierte den Promoventen als unübertroffenen Meister der didaktischen Darstellung der physikalischen Erkenntnisse, der von allen Wissenschaften anerkannt wird. Rektor Hofrat RABL gab der Freude der Universität über den Beschluß der Fakultät Ausdruck, da dadurch Gelegenheit gegeben werde, Hofrat Dr. ROSENBERG für das zu danken, was er in 50 Jahren geleistet hat. Dr. RABL gab nun eine feinsinnige Würdigung des Wirkens und der Persönlichkeit Dr. ROSENBERGS, dessen Lehrbücher in tausenden Mittelschülern Freude für die Physik geweckt und dessen Experimentierbücher ihm die Lehrerschaft zu unauslöschlichem Dank verpflichtet haben. Als Lehrer, Landesschulinspektor, Universitätsprofessor und Präsident der Urania habe der Promovent Hervorragendes geleistet, demgegenüber die Erneuerung des Doktordiploms nur eine kleine Anerkennung bedeutet. Nachdem der Rektor mit den besten Wünschen das neue Diplom überreicht hatte, ergriff Hofrat Dr. ROSENBERG das Wort und

gedachte mit tiefer Rührung seiner Studienzeit und seiner damaligen Lehrer, derer er bis zum letzten Atemzug dankbar gedenken werde. Seine Rede klang in Dankesworten für die Ehrung und in einem herzlichen Vivat, *crescat, floreat Alma mater Graecensis in aeternum!* aus. Dem Jubilar wurden die herzlichsten Glückwünsche von allen Seiten dargebracht. Landeshauptmann Dr. STEPAN hat als Vorsitzender des Landesschulrates an den Landesschulinspektor i. R. Hofrat Dr. KARL ROSENBERG ein in warmen Worten gehaltenes Glückwunschschreiben gerichtet.“

Kollegien“ nicht praktizieren konnten. Wenn sich die Türe des Professorenzimmers öffnete und unser verehrter „Meister“ den Hörsaal betrat und uns flüchtig überschauend für unsere akademische Begrüßung freundlich dankte, da paßten doch ausgezeichnet die Dichterworte: ‚Er zählt die Häupter seiner Lieben und sieh‘, ihm fehlt kein teures Haupt‘. Jedenfalls hatte dies für uns Studierende den Vorteil, daß wir unsere Vorlesungen lückenlos empfangen. Aber es hatte auch den noch viel größeren Vorteil, daß dadurch und durch andere damit in Zusammenhang stehende



Feier in der Grazer Universitätsaula zu K. ROSENBERGS 50 jährigem Doktorjubiläum.

Das beigegebene Bild stellt die Feier in der Universitätsaula zu Graz dar.

Unsere Zeitschrift hat zum 70. Geburtstage ROSENBERGS 44, 49 (1931) eine Würdigung seines Lebensganges geboten und sein Lichtbild gebracht. So ist den Lesern manches bekannt, worauf ROSENBERG in seiner Dankrede einging. Einige Einzelheiten aber, die ihn als warmherzigen und noch immer mit Heiterkeit erfüllten Menschen kennzeichnen, seien hier mit seinen eigenen Worten nachgetragen.

„Ich möchte nur auf zwei Umstände hinweisen, die ich als ein besonderes Glück für den Erfolg unserer Studien erkannt habe. Das war zunächst der Umstand, daß wir damals nur sehr wenige Hörer unserer Fächer waren. Abgesehen von der Vorlesung über Experimentalphysik, die kein geringerer als LUDWIG BOLTZMANN hielt und die in erster Linie für den Bedarf der Mediziner und Pharmazeuten zugeschnitten war, die denn auch den großen Vortragssaal des physikalischen Institutes bis auf den letzten Platz füllten, waren wir oft in den wichtigsten und grundlegendsten Vorlesungen kaum mehr als 6—8 Hörer, und diese Zahl sank oft bis auf 3—4 herab. Das hatte nun für uns den Vorteil, daß wir die akademische Sitte, richtige Unsitte, des „Schwänzens der

Umstände das Verhältnis zwischen uns und unseren Lehrern ein viel vertrauensvolleres und intimeres wurde, als es bei überfüllten Hörsälen gewesen wäre. Und der zweite Glücksumstand waren für uns Hörer unsere Lehrer selbst. Ausnahmslos hervorragende Gelehrte und ausgezeichnete Lehrer, waren sie voll wohlwollenden Interesses für uns Studierende und haben durch ihre opferwillige Pflichterfüllung und ihr vornehmes staatsbürgerliches Wesen auch vorbildlich auf unsere Erziehung zu tüchtigen akademischen Bürgern und zu pflichttreuen Staatsbürgern gewirkt.“

„Noch eines Umstandes möchte ich gedenken, der für unsere Ausbildung für den künftigen Lehrberuf von Einfluß war. Es gab damals weder Seminare, noch Konversatorien. Einen mindestens teilweisen, aber nicht zu unterschätzenden Ersatz dafür bot uns der mathematisch-physikalische Verein an der Universität. Alle 2 bis 3 Wochen hielt einer von uns einen Vortrag. Bei der Wahl der Themen waren uns unsere Lehrer, die ja sämtlich dem Verein als Mitglieder angehörten, behilflich. Sie übten bei der oft sehr lange dauernden Diskussion wohlwollende Kritik, und so haben wir dort für unseren künftigen Beruf so manches gelernt. Nach jedem Vortrage

gab es eine kleine „Nachsitzung“ in einem bescheidenen kleinen Gasthause, das den freundlichen Namen „Zur Kaiserin von Österreich“ führte. Dort wurden bei einem sehr bescheidenen Abendessen und einigen Glas Bier — wir waren fast ausnahmslos arme Teufel, die sich nur durch Privatunterricht über Wasser erhalten konnten — weitere fachliche Gespräche geführt, man hat aneinander offen Kritik geübt und so manche Ecken und Kanten abgeschliffen. Und es wurden dort Freundschaften geschlossen, die nur der Tod geschieden hat.“

„Mein letztes Studienjahr 1884/85 brachte ein Ereignis, das in den Annalen des physikalischen Institutes ganz auffallend war. Seit Jahren war es keinem Lehramtskandidaten der Mathematik und Physik eingefallen, sich um den Doktorhut der Philosophie zu bemühen. Einerseits war alles bestrebt, möglichst rasch das Lehrbefähigungszeugnis zu erwerben, um vielleicht doch noch eine der sehr karg gewordenen Lehrstellen im höheren Schuldienste zu erlangen, und andererseits war nach dem Abgange des damaligen Ordinarius für Philosophie die betreffende Lehrkanzel mehrere Jahre verwaist geblieben. Das war nun anders geworden. Die Aussichten, im öffentlichen Lehramte unterzukommen, waren fast ebenso trostlos geworden wie heutzutage, und es schien fast klüger, seine Qualitäten besser zu gestalten. Und dann war an die offene Lehrkanzel ein junger Wiener Gelehrter ALEXIUS v. MEINONG berufen worden, der schon bei seiner Antrittsvorlesung und seinen ersten Kollegien die ungeteilte Hochschätzung seiner Hörschaft gewonnen hatte. Und so kam es, daß in dem erwähnten Studienjahre sich nicht weniger als vier Mathematiker-Physiker zu den strengen Prüfungen meldeten. Es erfüllt mich mit Wehmut, wenn ich berichten muß, daß von ihnen heute nur mehr ich am Leben bin. Aber es möge mir gestattet sein, der verstorbenen Kommilitonen, die, wenn sie leben würden, mit mir die Feier des goldenen Doktorjubiläums begehen könnten, mit einigen Worten zu gedenken. Da war vor allem PAUL CZERMAK, der die akademische Laufbahn einschlug und zuletzt als Ordinarius für Experimentalphysik an der Universität in Innsbruck wirkte. Sein lebens-

würdiger Humor, seine treffsichere, aber nie verletzende Satire bildeten für uns den Sonnenschein, der so manche ernste und trübe Stunde aufzuhellen vermochte. Dazu imponierte uns sein Geschick im Ersinnen und Selbstanfertigen physikalischer Apparate. Der zweite von uns war EDUARD AULINGER, der Assistent für Experimentalphysik an der Technischen Hochschule in Graz und später bis zu seinem Tode Professor an der Staatsgewerbeschule in Triest war; der dritte VIKTOR HAUSMANINGER, zunächst Vorlesungsassistent BOLTZMANNs und dann bis zu seinem Tode Professor am städtischen Mädchenlyzeum in Graz. Der vierte war ich selbst. Unsere Promotionen verteilten sich über das ganze Studienjahr. Sie vollzogen sich damals an der alten Universität ganz schlicht und einfach. Das bedeutsamste Ereignis des Tages war es, daß man — meist zum ersten Male — sich einen Wagen leistete. In einem Zweispänner — billigerweise verlangte das die Wichtigkeit des Tages — fuhr man beim schönen Doppelportale gegenüber der Domkirche vor und wurde dort sofort freundlichst begrüßt und beglückwünscht von dem damals in der Blüte seiner Mannesjahre stehenden trefflichen Universitätsrath und Studenten- vater REITERER. Im Rektorate vollzog sich dann der Promotionsakt. Nach diesem fuhr man dann nach Hause, sorgsam bedacht, daß die Hülse mit dem Doktordiplom von allen vorübergehenden Mitbürgern und Mitbürgerinnen möglichst gut gesehen werden konnte. Für mich hatte der Tag wohl noch eine ganz besondere, für mein Leben sehr wichtige Bedeutung. Ich fuhr bei der Wohnung eines Mädchens vor, mit dem ich mich ein Jahr zuvor heimlich verlobt hatte, und hielt bei ihrer Mutter um ihre Hand an. Abends feierten wir dann unsere offizielle Verlobung und drei Jahre später, als ich eine feste Staatsanstellung erhalten hatte, führte ich sie vor dem Altare als meine Gattin heim. Seither hat sie durch 47 Jahre Freud und Leid mit mir geteilt und war mein getreuester Freund und bester Kamerad.“

Die Glückwünsche, die unsere Zeitschrift dem „Jubeldoktor“ bereits schriftlich übermittelt hat, seien hier unter Teilnahme der Leser aus vollem Herzen wiederholt. *Mth.*

4. Unterricht und Methode.

Der Schmalfilm in der Schule III. Von Dr. W. RAHTS in Berlin.

Es ist für jeden selbstverständlich, daß ein Automobil, soll es einwandfrei laufen, sorgfältig behandelt und gepflegt werden muß; es muß geölt, nachgesehen, überholt usw. werden, auftretende Schäden müssen sofort beseitigt werden. Genau dasselbe gilt von den Filmprojektoren in der Schule. Die Apparate müssen fest verschlossen, gegen Verstaubung geschützt, gegen unbefugte Berührung wie Stoßen, Umwerfen usw. gesichert aufbewahrt werden. Die nötigen Ersatzteile wie Lampen, Peesen, Sicherungen müssen zusammen mit dem Apparat liegen, desgleichen das zur Pflege und Reinigung nötige Zubehör, ein Ölkännchen,

ein Lappen, ein Pinsel usw. Zur Vorführung wird der Apparat im Kasten in die Klasse gebracht — es ist unzumutbar, unverpackte Apparate über Flure, Treppen usw. zu tragen —, dort herausgenommen und auf eine feste Unterlage gestellt. Die für die gewünschte Bildgröße notwendige Entfernung liegt gewöhnlich fest, so daß der Apparat im Schulzimmer immer an dieselbe Stelle kommt. Besondere Aufmerksamkeit ist dem Anschluß des Apparates an die Steckdose zu widmen; die elektrische Zuleitung muß so lang sein, daß sie völlig auf dem Boden liegt, sie darf nirgends in der Luft hängen, so daß die Schüler beim Aufstehen oder im Dunkeln nicht den Apparat herunterreißen können. Ein Herum-

treten auf der am Boden liegenden Schnur soll natürlich möglichst vermieden werden, obgleich es in der Regel nicht sehr viel schadet.

Man schließt dann den Apparat vorschriftsmäßig an und läßt ihn probeweise ohne Film laufen. Dabei kann man bei einiger Übung das Objektiv schon ungefähr scharf einstellen, damit man nachher vom Anfangstitel möglichst nichts verliert. Man achte auf den Rand des weißen Schirmbildes und stelle das Objektiv so ein, daß dieser Rand nicht mehr verschwommen ist, sondern eine scharfe Kante bildet — damit hat man die Grobeinstellung der Schärfe. Zur Feineinstellung dient die bei den meisten Filmen verwendete Allonge oder der Vorspann, der meistens den Firmennamen enthält, auf den man dann die günstigste Schärfe einstellen kann. Denn die Schärfeneinstellung muß vollendet sein, wenn der erste Bildtitel kommt.

Bei der Filmvorführung achte man auf die richtige Geschwindigkeit, daß die Bewegungen im richtigen Tempo wiedergegeben werden; zu langsame Bewegungen wirken häufig lächerlich, zu schnelle machen den dargestellten Gegenstand unübersichtlich und zerstören den pädagogischen Zweck. Viele Apparate haben eine Stillstands-vorrichtung, um ein Bild für ausführlichere Erklärungen längere Zeit auf dem Schirm festhalten zu können. Natürlich ist das Stillstandsbild dunkler als das Laufbild, da eine Licht absorbierende Scheibe eingeschaltet ist, um den Film vor der Zerstörung durch die Lampenhitze zu schützen. Man hüte sich aber trotzdem davor, die Beanspruchung des Films beim Stillstand zu übertreiben; der Film trocknet zu stark aus, wird brüchig, ja, unter ungünstigen Umständen kann er sogar im Bildfenster versengt werden.

Die Mehrzahl der Schulprojektionsapparate hat auch einen sog. Rücklauf; man versteht darunter eine Vorrichtung, die es gestattet, den Film ganz oder teilweise zurücklaufen zu lassen, um z. B. Szenen zu wiederholen. Geschieht dieser Rücklauf, ohne daß dabei das Bild projiziert wird, so ist es ein verdeckter Rücklauf, und man kann lediglich eine Bilderreihe noch einmal vorführen, um die betreffende Szene dem Schüler besonders einzuprägen. Bei einem offenen oder echten Rücklauf sieht man auf dem Schirm die Bewegungen sich rückwärts abspielen: der eben ins Wasser gesprungene Schwimmer kommt rückwärts wieder heraus und schnellert sich auf das Sprungbrett. Meistens erzielt man hiermit komische Wirkungen; es wird aber in ganz seltenen Fällen, besonders bei ausgesprochenen Bewegungsstudien nützlich und lehrreich sein, eine Bewegung gewissermaßen durch ihren rückläufigen Ablauf zu analysieren.

Ist der Film abgelaufen, so kann man ihn entweder unmittelbar mit dem Apparat zurückrollen, oder wenn man diese Zeit im Unterricht nicht aufwenden will, ihn auf besonderen Umrollern zurückrollen. Benutzt man dazu den Projektionsapparat, so darf man aber auf keinen Fall den Rücklauf zum Zurückwickeln benutzen, denn durch den Greifertransport und die Lampenwärme

wird der Film beim Rückwärtslaufen unnötig beansprucht. Man nehme also beim Zurückrollen den Film aus der Bildbühne, dem Greifereingriff und den Transportrollen heraus und bediene sich der motorischen oder manuellen Rückrollung. Dabei achte man darauf, daß die Geschwindigkeit nicht zu groß und der Film dabei nicht verkratzt wird; bei der motorischen Rückrollung tut man gut, die Abwickelspule leicht zu bremsen.

Grundsätzlich soll der Apparat nach jeder Vorführung, zum mindesten aber am Schluß eines jeden Schultages, gründlich nachgesehen und gereinigt werden. Die Bildbühne ist auf jeden Fall mit den beigegebenen Hilfsmitteln zu reinigen, um Schmutz, Staub, Gelatinereste vom Film usw. zu entfernen. Der Greifer ist in regelmäßigen Abständen zu ölen, um ein absolut gleichmäßiges Laufen des Apparates zu gewährleisten — besonders wichtig für Tonfilmvorführungen. In größeren Zeitabständen ist der ganze Apparat zu ölen, um eine zu große Beanspruchung der sich bewegenden Metallteile zu vermeiden. Bei längerem Gebrauch der Apparate wird sich natürlich auch ein geringer Verschleiß einstellen, Reißen der Peesen, Lockern von Schrauben, Verschmutzen der Kollektorkohlen, die dann durch sachgemäße Handgriffe in der Regel rasch zu beheben sein werden. Größere Reparaturen lasse man grundsätzlich von einem mit dem besonderen Gerät vertrauten Feinmechaniker ausführen; am besten schickt man den Apparat an das Lieferwerk zurück. Natürlich müssen alle wichtigeren Arbeiten am Projektor von dem Lehrer selbst vorgenommen werden; dagegen ist es eine gute praktische Schulung, wenn die Schüler den Apparat während des Unterrichts selbst bedienen lernen; man hat mit Erfolg schon Quartaner Filme mit den modernen betriebssicheren Apparaten vorführen lassen, und auch gewisse Instandhaltungsarbeiten können sicher mit Erfolg von Schülern ausgeführt werden. Aber bei alledem vergesse man nicht, daß ein Projektor eine Präzisionsmaschine ist, die einer sorgfältigen Pflege bedarf.

Ein Punkt ist noch für eine einwandfreie Vorführung von Wichtigkeit: die Verdunkelung des Klassenzimmers. Die früheren Ausführungen über die notwendigen Bildhelligkeiten beziehen sich auf völlig verdunkelte Räume, und es ist vom rein projektionstechnischen Standpunkt unbedingt zu empfehlen, den Raum so vollständig wie möglich zu verdunkeln, denn nach dem FECHNERSchen Gesetz wertet das Auge nicht die Unterschiede, sondern die Verhältnisse der Helligkeit verschiedener Bildpunkte, und diese werden durch Zusatzlicht vermindert. Man bedarf einer wesentlich größeren Lichtstärke des Apparates, wenn man etwa in halb hellen Räumen vorführen will. Auf jeden Fall versuche man, das Schirmbild durch einen seitlich davor gestellten Schutz vor dem direkt auf den Schirm fallenden Seitenlicht zu schützen. Sollte man durch den Raum gezwungen sein, senkrecht zur Fensterwand zu projizieren, dann lege man das Bild tunlichst zwischen die beiden Fenster und schirme das Licht von beiden Seiten etwas vom Bilde ab; dann wird durch

Kontrastwirkung der Zwischenraum besonders dunkel, und damit wieder das Schirmbild relativ hell erscheinen. Unzweckmäßig auf alle Fälle ist es, vom Fenster weg zu projizieren. Zur Verdunkelung eignen sich am besten schwarze Stoffvorhänge, die nach Art der Zuggardinen vorgezogen werden [vgl. diese Zeitschrift 40, 209 (1927)]; äußere Rolläden oder Läden sind natürlich auch gut, obgleich meistens der Grad der Verdunkelung nicht so hoch ist. Schwieriger ist es, mit billigen Mitteln eine behelfsmäßige Verdunkelung für das Klassenzimmer zu basteln. Hier gibt es ein Betätigungsfeld für den Werkunterricht, und die Praxis wird in der Lage sein, billige und brauchbare Lösungen zu schaffen.

Für den Projektionsschirm gibt es eine Reihe Vorschläge, von denen man sich für die Klasse den geeignetsten aussuchen muß. Grundsätzlich unterscheidet man diffus und gerichtet reflektierende Schirme. Die erste Art wirft das Licht so zurück, daß das Bild von der Seite — natürlich innerhalb gewisser Grenzen — nahezu ebenso gut zu sehen ist, wie von der Mitte des Raumes. Diese Art Schirm wird für das Klassenzimmer meistens die richtige sein; denn auch die seitlich sitzenden Schüler sollen gut sehen; es sind einfache Schirme aus weißer Leinwand. Wo es die Verhältnisse gestatten, kann man auch die Wand mit weißer Ölfarbe streichen, allerdings ist hier die Reinhaltung und das Vermeiden von Verstaubung ziemlich schwer. Die andere Art von Schirmen wirft wesentlich mehr Licht senkrecht zum Bild als nach den Seiten zurück; dadurch erscheint das Bild zwar wesentlich heller, aber man muß sich darüber

klar sein, daß diese scheinbare größere Helligkeit nur eine andere Verteilung des zurückgestrahlten Lichtes im Raume ist; an den Seitenplätzen sieht man das Bild sehr dunkel, in der Mitte strahlend. Diese Art Schirme sind meistens teuer, sie haben eine metallische Oberfläche oder sind mit feinen Glasteilchen besetzt; man kann sie für die Schule kaum empfehlen, weil sie nur dann nützlich sind, wenn der Raum bei sehr geringer Breite große Tiefe hat, und die vorderste Reihe der Zuschauer nicht zu dicht am Schirm sitzen muß. Auch beim Schirm ist Sauberkeit die erste Pflicht, denn die Helligkeit des Bildes hängt davon ab, daß das aufgestrahlte Licht möglichst vollständig reflektiert und möglichst wenig absorbiert wird. Also häufiges Ausbürsten des Schirmes, staubsicheres Aufbewahren ist auch hier notwendig. Wenn man in einem Raum immer an dieselbe Stelle die gleiche Bildgröße projiziert, dann empfiehlt es sich, zur Umrandung des Bildes eine schwarze Maske zu verwenden, wie sie übrigens fast alle Kinotheater haben. Sie kann mit einfachen Mitteln aus Stoff oder schwarzem Papier hergestellt werden. Durch eine schwarze Umrandung wird das Bild gewissermaßen von der Umgebung abgegrenzt und seine malerische und plastische Wirkung erhöht. Auch hier läßt sich mit einfachen Mitteln manche praktische Idee verwirklichen. Zu warnen ist vor einem zu großen Schirmbild, und deshalb sei wiederholt (s. Bericht II, S. 181), daß das Normblatt DIN 108 „Diapositive“ für das Stehbild als Erfahrungsregel angibt: Schirmbreite nicht über $\frac{1}{6}$ der Raumlänge. Für Laufbild ist es aber ratsam, darunter zu bleiben.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Grimsehl Lehrbuch der Physik zum Gebrauch beim Unterricht, neben akademischen Vorlesungen und zum Selbststudium. 2. Band, 2. Teil: Materie und Äther. 6. Auflage, vollständig neu bearbeitet von Prof. Dr. R. TOMASCHEK. VII und 426 Seiten, 313 Abbildungen. Leipzig: B. G. Teubner 1934. Gebunden RM 14,—.

Es liegt in der Natur der Sache, daß in diesem Bande, der überwiegend die Ergebnisse neuerer Forschung enthält, die Fäden zum alten GRIMSEHL abreißen mußten. Der Bearbeiter hat sich unter diesen Umständen entschlossen, abgesehen von Stücken aus den Abschnitten Temperaturstrahlung und Radioaktivität, die Bindung an das alte Werk von vornherein aufzugeben und ein völlig neues Buch zu schreiben.

Die Darstellung in diesem Band ist wesentlich gedrängter als in den beiden anderen. Nur in allen einführenden Abschnitten kehrt eine breitere Ausdrucksweise wieder, die dem Leser sehr willkommen ist. Eine ungeheure Fülle Stoff ist in diesem mäßig starken Bande behandelt. Aber es ist dem Bearbeiter gelungen, durch gute Einteilung und gefälligen Ausdruck jede Spur von Hast zu vermeiden, so daß auch die Häufungsstellen des Buches in bestem Sinne lesbar bleiben.

Wiederholungen sind vermieden, aber der Anschluß ist durch sehr viele Verweisungen in dem Bande selbst und auf die beiden anderen hergestellt. Beim Lesen mag das gelegentlich unbequem werden, weil man immer die anderen Bände zur Hand haben muß. Beim Nachschlagen erscheint es mir als ein Vorteil, weil zugleich durch die Gliederung ein Herausheben aus der schwer zu übersehenden Fülle und durch die Verweisungen eine Verknüpfung mit anderen Zusammenhängen geboten wird.

Der Ankündigung im Vorwort entsprechend stellt TOMASCHEK die beobachteten Tatsachen in den Vordergrund, wie es auch in den beiden anderen Bänden geschehen ist. Zweifellos hat die Theorie in sehr vielen Fällen der experimentellen Forschung die Wege gezeigt und die Aufgabe gestellt. Aber schließlich haben doch die Theorien sich in der Anpassung an die neuen Ergebnisse immer wandeln müssen und sind trotz zeitweiligen Vorseilens im ganzen doch das aus der Erfahrung Folgende. Ganz im Sinne dieser Auffassung werden denn auch gelegentlich die unsicheren Punkte einiger neuester Spekulationen recht deutlich gekennzeichnet.

Der Abschlußband erfüllt vollkommen die Hoffnungen, die allgemein an die beiden ersten

Bände geknüpft wurden. Den Physiklehrern der Schulen wird hiermit ein ungemein wertvolles Werk zu mäßigem Preise geboten. Möge das Buch die verdiente schnelle Ausbreitung finden, obgleich die Schulen als Käufer heute fast ausfallen und der einzelne sich mühsam absparen muß, was er früher als selbstverständliche Ausgabe für seinen Beruf ansah. *Vn.*

Lehrbuch der Physik für die höheren Schulen. Von KARL ROSENBERG. Einheitsausgabe für alle Schularten. Oberstufe. 11. veränderte Auflage. Gemeinsam mit dem Verfasser bearbeitet von KARL HAUSCHULZ. VIII und 390 Seiten. Mit 598 Abbildungen und 1 Farbentafel. Leipzig: G. Freytag A. G. 1935. Preis geb. RM 6,—.

Ebenso wie die kürzlich besprochene Unterstufe ist die jetzt vorliegende Oberstufe gründlich umgearbeitet worden. An die Spitze größerer Abschnitte sind Darstellungen der geschichtlichen Entwicklung des betreffenden Zweiges der Physik gestellt (hier findet sich neben Bildern hervorragender Physiker erfreulicherweise z. B. auch das OSKAR VON MILLERS); ähnlich wie in der Unterstufe werden in größerem Umfang Beispiele und Anwendungen aus der modernen Technik und der Wehrwissenschaft erläutert (z. B. Flugtechnik). In der Elektrizitätslehre wird nach dem POHLschen Verfahren mit der Behandlung des elektrischen Stroms begonnen. Für sehr begrüßenswert halte ich es, daß die physikalischen Größen und ihre Einheiten durchgängig nach den Beschlüssen und Vorschlägen des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen (AEF) bezeichnet werden. Ebenso werden für elektrische Schaltungen die heute in der Elektrotechnik allgemein üblichen Zeichen verwandt.

Der dargebotene Stoff ist außerordentlich umfangreich (das Buch umfaßt 400 Seiten!), so daß der Lehrer Auswahl nach Belieben treffen kann. Dabei werden stets die Ergebnisse der modernen experimentellen Forschung berücksichtigt; selbst Neutron und Positron werden schon erwähnt. An sehr vielen Stellen, z. B. bei der Behandlung der Elektrizitätslehre, zeigen sich (im ganzen wie im einzelnen) die Auswirkungen der langen und erfolgreichen Lehrtätigkeit, über die die Verfasser verfügen. Für erfreulich halte ich es, daß sich die Verfasser bei der Behandlung der Theorie im allgemeinen auf solche Aufgaben beschränken, die dem Schüler wirklich zugänglich sind. Ich halte es z. B. für einen Vorteil, daß nicht versucht wird, eine — doch nicht exakte — Theorie des FOUCAULTschen Pendels für Orte beliebiger Breite zu geben. Was über das BOHRsche Atommodell und das Ätherproblem gesagt wird, ist genügend allgemein gehalten (eine genauere Behandlung überschreitet den Rahmen des Schulunterrichts); es hätte hier das Problematische noch stärker betont werden können. Beim zweiten Hauptsatz dagegen sind die Verfasser meines Erachtens schon zu weit gegangen. Ich glaube nicht, daß man im normalen Unterricht über die Formel für den maximalen theoretischen Wirkungsgrad einer Wärmekraftmaschine hinauskommen kann; jedenfalls ist die

auf S. 189 gegebene Formulierung des zweiten Hauptsatzes nicht exakt. Aber das ist, wie betont werden soll, eine Einzelheit, die nicht wesentlich ist.

Im Vorwort setzen es sich die Verfasser zum Ziel, „eine der geistigen Haltung des Schülers angepaßte, anschauliche und hinreichend ausführliche Darstellung des Stoffes zu bieten, die es dem Schüler ermöglichen soll, in dem Buche zu lesen und sich in ihm mit Erfolg auch da zurechtzufinden, wo der Stoff aus Zeitmangel nicht eingehend behandelt werden kann“. Dieses Ziel ist tatsächlich erreicht: die Darstellung ist klar, anschaulich, ausführlich und der Oberstufe angepaßt. Natürlich hat man hier und da eine Ausbuchtung zu machen; aber sie ist nicht wesentlicher Art.

Das Buch wird, ebenso wie die Unterstufe, sicherlich viele Freunde finden. *Lamla.*

Kleiner Grundriß der theoretischen Physik.

Kleine, besonders bearbeitete Ausgabe der Einführung in die theoretische Physik von ARTHUR HAAS. VII und 183 Seiten. Mit 22 Figuren. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1934. Preis geb. RM 5,30.

Das vorliegende Büchlein „stellt eine wesentlich vereinfachte und auf einen etwa sechsmal kleineren Umfang verringerte Parallel-Ausgabe“ der zweibändigen „Einführung in die theoretische Physik“ des Verfassers dar. [Band I des Hauptwerks ist in dieser Zeitschrift 44, 277 (1931) besprochen.] „Es ist für den Gebrauch durch solche Leser bestimmt, für die die Physik nicht ein Hauptstudium, sondern nur eine Ergänzung eines andern Studiums bedeutet.“ Behandelt werden die Mechanik, die Theorie des elektromagnetischen Feldes und des Lichts (einschließlich Relativitätstheorie), Wärmelehre (Thermodynamik und kinetische Theorie), Atomtheorie (einschließlich Kernphysik und Quantenstatistik). Kennzeichnend ist auch hier wie für das Hauptwerk die klare, durchsichtige und leicht verständliche Art der Darstellung. Bei dem großen Umfang der behandelten Stoffmenge und dem geringen Umfang des Büchleins mußte jedoch vieles sehr stark zusammengedrängt werden; so mußten Ableitungen wegleiben, die für das Verständnis förderlich und zuweilen auch notwendig sind. Daher scheint mir das Büchlein zwar als Repetitorium für Studenten der Physik geeignet, da es den logischen Aufbau des Systems der Physik klar hervortreten läßt; daß es jedoch den Bedürfnissen solcher Leser gerecht wird, „für die die Physik nicht ein Hauptstudium, sondern nur die Ergänzung eines andern Studiums bedeutet“, möchte ich bezweifeln.

Lamla.

Technisch-physikalisches Praktikum. Ausgewählte Untersuchungsmethoden der technischen Physik. Von OSC. KNOBLAUCH und WE. KOCH. V und 167 Seiten. Mit 104 Textabbildungen. Berlin: Julius Springer 1934. Preis RM 12,—; geb. RM 13,50.

Das Buch ist in erster Linie für Ingenieure bestimmt. Es hat die Aufgabe, „an einigen

passend ausgewählten Beispielen zu erläutern, wie die bekannten Methoden der reinen Physik bei besonderen Problemen der technischen Physik zur Anwendung kommen und wie auch unter den schwierigen Verhältnissen der Praxis physikalische Messungen mit großer Genauigkeit ausgeführt werden können“. Es behandelt Temperaturmessungen (Eichung von Quecksilberthermometern, von Thermoelementen und Widerstandsthermometern), Temperaturmeßfehler und ihre Vermeidung (Temperaturmessungen in Luft, in Dämpfen, an Oberflächen, in strömenden Gasen), Bestimmung der Wärmeleitzahlen von Wärmeschutz- und Baustoffen, Wärmeübertragung (Wärmeableitung von Fußböden, Radiatoren, Rohrisolierungen, Wärmeschutz von Kleiderstoffen u. a.), Druck und Geschwindigkeit (Mikromanometer u. a.), schalltechnische Messungen (Schalldurchgang durch Wände und durch kleine Öffnungen, Nachhalldämpfung), schwingungsdämpfende Stoffe (Platten aus Gummi, Kork usw.).

Die Behandlung der einzelnen Fragen erfolgt nach dem Schema: theoretische Betrachtungen, Versuchsanordnung, Versuchsdurchführung, Versuchsergebnisse. Die Beschreibungen sind sehr klar und eingehend und werden durch gute Figuren und Skizzen aufs beste unterstützt. Wenn auch der Hauptwert des Buches in seiner Bedeutung für den praktischen Ingenieur liegt, so werden doch auch viele der reichen Erfahrungen, die in dem Buche niedergelegt sind, für den Lehrer an höheren Schulen von Nutzen sein. *Lamla.*

Die Dreielektrodenröhre und ihre Anwendung. Übungen an der Dreielektrodenröhre mit den zugehörigen theoretischen Erläuterungen. Von Dr. FRIEDRICH MOELLER. Mit 93 Textabbildungen und 28 Tabellen. Sonderheft 15 der Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht (Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft). VII und 155 Seiten. Berlin: Julius Springer 1934. Preis geh. RM 9,60.

Aus praktischer Arbeit heraus und aus der Tätigkeit des Verfassers in den Lehrgängen der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht ist dieses kleine Werk entstanden, das sich unmittelbar an den Lernenden wendet und ihm als Berater und Wegweiser in das doch zum Teil recht verwickelte Gebiet der Elektronenröhren und Schwingungserzeugung dienen soll. Der Neuling kann hier an Hand von Übungsaufgaben, die zum größten Teile mit einfachen experimentellen Hilfsmitteln in jedem Schullaboratorium oder auch im Rahmen eines Praktikums der Universität oder Technischen Hochschule zu bewältigen sind, Einblick in die Wirkungsweise einer Elektronenröhre nehmen und die gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse richtig deuten lernen. Vor der Ausführung der Versuche bietet jeder Abschnitt eine leicht faßliche theoretische Einleitung. Zu den Übungen selbst werden ausreichende Erklärungen gegeben, die ebenso wie die theoretischen Bemerkungen durch Schaltungsskizzen, Tabellen und Kurvendarstellungen in glücklicher Weise unterstützt sind.

Der Stoff ist nach folgenden Gesichtspunkten geordnet: 1. Statische Messungen derjenigen Größen, die die Eigenschaften einer Elektronenröhre kennzeichnen (Kennlinien, Steilheit, Durchgriff usw.). 2. Einschaltung von Anodenwiderständen und ihre Wirkungen für Anodenstrom und Anodenspannung. 3. Einschaltung von schwach gedämpften Schwingungskreisen in die Stromkreise von selbst- und fremderregten Röhren. 4. Modulierte Schwingungen. 5. Gleichrichter-röhren. Wie der Verfasser im Vorwort bemerkt, ist der Übergang von rein OHMSchen Anodenwiderständen zu Wechselstromwiderständen, die als schwach gedämpfte Schwingungskreise ein gleiches Verhalten zeigen wie rein OHMSche Widerstände, in der vorliegenden Form augenscheinlich erstmalig behandelt. In Abschnitt 2 mag noch besonders auf die sehr lehrreichen Aufnahmen von Leistungsdiagrammen an den Röhren RE 604 und RE 134 hingewiesen werden. In Abschnitt 3 ist z. B. in einleuchtender Art und Weise die experimentelle Nachprüfung der Selbsterregungsformel dargestellt; es muß jedoch bemerkt werden, daß zu den Untersuchungen der Schwingungsvorgänge in Abschnitt 3 etwas umfangreichere Versuchsergebnisse gehören.

Es ist im Rahmen dieses Hinweises nicht möglich, auf alle Vorzüge des lehrbuchartigen Heftes hinzuweisen; mögen Leser und Lernende sich selbst davon einen Eindruck verschaffen.

Böhme.

Die Grundzüge des Selbstanschluß-Betriebes. Leicht faßliche Darstellung der automatischen Fernsprechanlagen und ihrer praktischen Anwendung für Heer und Fernsprechteilnehmer. Von W. VON DUFAIS. Zweite, völlig umgearbeitete und erweiterte Auflage. VI und 50 Seiten. Mit 30 Abbildungen. Berlin: E. S. Mittler & Sohn 1935. Preis RM 5,—.

Das Buch ist in erster Linie für die Nachrichtentruppen bestimmt (der Verfasser ist Oberstleutnant und Kommandeur der 5. Nachrichtenabteilung), wird aber zweifellos darüber hinaus auch in andern Kreisen großem Interesse begegnen. Von den technischen Einzelheiten und Feinheiten eines Selbstanschlußamtes haben nicht nur Nichtphysiker, sondern auch viele Physiker nur ziemlich vage Vorstellungen. Verfasser gibt in recht geschickter und klarer Weise einen Einblick in die einzelnen, recht komplizierten Vorgänge bei der automatischen Herstellung einer Fernsprechverbindung; auch werden Fernverkehr, Schnellverkehr, Nebenstellenanlagen u. a. behandelt. Die Darstellung erfolgt an Hand von Schaltskizzen. Besonders angenehm und bequem ist es, daß die 30 Abbildungstafeln, auf denen sich die Skizzen finden, am Ende des Buches vereinigt sind; sie können herausgeklappt und so bequem neben den Text gelegt werden. Das letzte Kapitel ist dem Thema „Selbstanschlußbetrieb und Heer“ gewidmet (Zusammenstellung der Gründe gegen die Einführung des Selbstanschlußbetriebes bei der kämpfenden Truppe; Ausnutzung vorhandener Postanlagen).

Naturgemäß können die Probleme des Selbstanschlußbetriebs auf der höheren Schule nicht näher behandelt werden; zweifellos aber wird der Physiklehrer dem technisch interessierten Schüler durch einen Hinweis auf das Büchlein große Freude machen.

Lamla.

Physikalisch-chemische Grundlagen des Nachrichtenwesens. Eine Einführung in die Theorie der Fernmeldetechnik für jedermann. Von W. von DUFAIS. Dritte, neubearbeitete und erweiterte Auflage. VII und 187 Seiten. Mit 139 Abbildungen. Berlin: E. S. Mittler & Sohn 1935. Preis RM 6,—.

Verfasser stellt sich die schwierige Aufgabe, einem großen Leserkreis (Angehörigen der Nachrichtentruppen und interessierten Laien) „die theoretischen Grundlagen, auf denen sich die heutige Nachrichtenübermittlung aufbaut, in . . . leicht faßbarer Weise zu veranschaulichen“. Er behandelt die Grundbegriffe der Lehre vom Gleichstrom und vom Wechselstrom, Fernspreitleitungen, elektrische Schwingungen und drahtlose Telegraphie, sodann das Blinkwesen (Reflexion und Brechung des Lichts, Farben, Photozellen) und schließlich die Verbrennungsmotoren. Ein Anhang bringt allerlei Konstanten und Übersichten, „etwas Mathematik“, Rechenbeispiele zum OHMSchen Gesetz und schließlich einige Grundbegriffe der Chemie.

Bilder und Vergleiche werden zahlreich gebraucht, um dem Leser das Erfassen neuer physikalischer Vorgänge durch Anknüpfen an schon bekannte Erscheinungen zu erleichtern. Dagegen werden Formeln möglichst sparsam benutzt; wo es geschieht, wird versucht, dem Leser „die Entstehung bzw. Ableitung der wichtigsten Formeln der Schwachstromtechnik menschlich näher zu bringen“. Im ganzen erscheint das Buch durchaus geeignet, die vorgesezte schwere Aufgabe zu erfüllen, wenn auch freilich bei einer Neuauflage einige Irrtümer und Schiefheiten zu beseitigen sind (z. B. enthält 1 g Wasserstoff nicht, wie S. 1 angegeben, 10^{18} , sondern $6 \cdot 10^{23}$ Atome; auf S. 2 sind die Zahlen 92 und 146 vertauscht; die Schilderung der Polarisierung der Elemente auf S. 15 bedarf der Korrektur; bei dem Lichtstrahl in Abb. 48 handelt es sich um Totalreflexion, nicht um Brechung u. a. m.).

Für den Lehrer an höheren Schulen ist die Stoffanordnung ein interessantes Beispiel dafür, wie man weite Gebiete der Physik um ein Kernthema zu gruppieren hat; es zeigt zugleich auch, wie viele Einzelgebiete ein solches Kernthema voraussetzt. Vor ähnliche Aufgaben kann sich der Lehrer selbst leicht gestellt sehen, sei es im Anschluß an die allgemeinen Lehrpläne, sei es bei der Lösung bestimmter Sonderaufgaben (z. B. Behandlung des Flugwesens).

Lamla.

Kurze Elektrizitätslehre für Funker und Fernsprecher. Von Rittmeister MÜGGE. Zweite, neu bearbeitete Auflage. 52 Seiten. Mit 37 Abbildungen. Berlin: E. S. Mittler & Sohn 1935. Preis RM 1,25.

Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, auf knappstem Raum in leicht verständlicher Form dem Praktiker, vor allem dem Nachrichtensoldaten, die Grundlagen der Funk- und Fernsprechtechnik nahe zu bringen. Zu diesen Grundlagen gehört, rein stofflich, sehr vieles: die elektrischen Begriffe und Maße, Elemente und Sammler, Elektromagnetismus, Induktion, Kondensatoren, Elektronenröhren, elektrische Schwingungen, Empfänger verschiedener Art. Es versteht sich von selbst aus Zweck und Umfang des Büchleins, daß es in erster Linie zur richtigen und sachgemäßen Benutzung, Behandlung und Prüfung der Apparate erziehen soll. Es vermittelt aber doch auch darüber hinaus durch Vergleichung der elektrischen mit mechanischen Vorgängen einen gewissen Einblick in das Wesen der Vorgänge (recht hübsch z. B. auf S. 25 und S. 29/30; irreführend ist dagegen der Vergleich zwischen Elektrizität und Wasser auf S. 8). Das Büchlein scheint für seine Aufgabe recht geeignet.

Lamla.

The Conductivity of Solutions. By C. W. DAVIES. Second Edition, revised and enlarged. 281 Seiten. London: Chapman and Hall 1933. Preis 15 sh.

C. W. DAVIES gibt in seinem umfassenden Werk über die Leitfähigkeit elektrolytischer Lösungen eine ausführliche Interpretation der Leitfähigkeitsmeßdaten, verzichtet jedoch auf die theoretische Begründung der interionischen Theorie. Der Inhalt des ausgezeichneten Werkes umfaßt 4 Hauptabschnitte:

I. Zunächst werden die klassische ARRHENIUSsche Dissoziationstheorie schwacher Elektrolyte und die elektrostatische Theorie starker Elektrolyte ganz kurz in ihren Hauptzügen dargestellt.

II. Es folgt die Darstellung der Leitfähigkeitsforschung. Hier werden die hauptsächlichsten experimentellen Methoden zur Messung von Leitfähigkeiten an Elektrolyten in besonderer Berücksichtigung der Fehlerquellen zusammengestellt. In einem Sonderkapitel werden die Korrekturen der Meßwerte zufolge dem Lösungsmittel besprochen. Hieran anschließend gibt Verfasser ausführlich die Meßergebnisse der Leitfähigkeitsuntersuchungen im Gebiete sehr verdünnter Lösungen im Zusammenhang mit der DEBYE-HÜCKEL-ONSAGER-Theorie, wobei auch die Abweichungen von der Theorie eingehendst diskutiert werden. Wie man die molare Leitfähigkeit bei unendlicher Verdünnung erhält, wird in einem folgenden Abschnitt auseinandergesetzt. Die Ermittlung des wahren Dissoziationsgrades bei schwachen Elektrolyten unter Heranziehung des Massenwirkungsgesetzes und der ONSAGER-Theorie erfolgt in einem weiteren Kapitel. Der durchaus noch problematische Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit und Viskosität wird in einem weiteren Kapitel erörtert; jedoch ist der Verlauf der Viskosität starker Elektrolyte im Sinne eines Quadratwurzelgesetzes bezüglich der Konzentration nach theoretischen Untersuchungen des Referenten und seiner Mitarbeiter sowie Experimentalforschungen von JONES und DOLE quantitativ gesichert. Das komplizierte Verhalten der

starken Elektrolyte in mäßig konzentrierten Lösungen, für welche eine genauere theoretische Deutung vorerst nicht möglich ist, wird im folgenden Kapitel beschrieben. Sodann wird die gesamte Leitfähigkeitskurve bis zu hohen Konzentrationen, für die eine vollständige Theorie nicht besteht, gegeben. In einem weiteren Kapitel werden der DEBYE-FALKENHAGEN-Effekt der Leitfähigkeitserhöhung mit wachsender Frequenz und der WIEN-Effekt, d. h. die Leitfähigkeitserhöhung mit wachsendem Feld, kurz diskutiert, ohne daß jedoch auf ihre Theorie eingegangen wird, die quantitativ generell durch die Experimente von SACK, DEUBNER, ZAHN, WIEN, MALSCH und ihren Mitarbeitern bestätigt wurde. Ein kurzes Kapitel über das Verhalten der Leitfähigkeit von Elektrolyten in einer Mischung von Lösungsmitteln beschließt den zweiten großen Abschnitt über Methoden und Ergebnisse.

III. Dann werden einige theoretische Anwendungen und Folgerungen besprochen, insofern sie durch Leitfähigkeitsmessungen geklärt werden können; hierher gehören z. B. die Fragen nach der Stärke der Säuren und Basen, der Solvolyse, den Komplexionen, den amphoteren Elektrolyten, den Ionenbeweglichkeiten; auch die Ermittlung des wahren Dissoziationsgrades in elektrolytischen Lösungen im Zusammenhang mit der Theorie der Ionenassoziation im Sinne von BJERRUM, LA MER, SANDVED-GRONWALL und GUGGENHEIM wird erörtert.

IV. Der letzte der ersten Auflage hinzugefügte größere Abschnitt über die Anwendung der Leitfähigkeitsmessungen auf technische Fragen, z. B. in der analytischen Chemie, beschließt das sehr instruktiv und klar geschriebene Werk.

Allen Physiko-Chemikern kann das Buch von DAVIES wärmstens empfohlen werden, da es auch zu zahlreichen Problemen anregt. Druck und Ausstattung des Buches sind vorzüglich. Besonders ist hervorzuheben, daß der Preis der zweiten Auflage trotz erheblicher Umfangsvergrößerung in der alten Höhe geblieben ist.

H. Falkenhagen,

Abteilung für Elektrolytforschung
an der Universität Köln.

Methuen's Monographs On Physical Subjects.

Jeder Band in Leinen gebunden und mit zahlreichen Abbildungen im Text. Klein Oktav. 11×17 cm. London: Methuen and Co. Ltd. Preis 2 sh. 6 d.; neuere Bände: 3 sh.

„Diese Sammlung kleiner physikalischer Monographien will Lesern, die eine normale naturwissenschaftliche Ausbildung haben, eine knappe, aber exakte Darstellung des jetzigen Standes der Wissenschaft über jedes behandelte Thema geben. Fortgeschrittenere Studierende, Forscher anderer physikalischer Spezialgebiete und benachbarter Gebiete, und auch diejenigen, die selbst nicht mehr forschend tätig sind, sollen in dieser Schriftenreihe Darstellungen von Verfassern finden, die in dem berichteten Gebiet selbst als Forscher tätig sind.“

Die große Verbreitung und Beliebtheit dieser Sammlung in den Ländern englischer Sprache ist ein Beweis dafür, daß der Zweck der Schriftenreihe in hohem Maße erreicht wird. Der erstaunlich niedrige Preis, das gefällige Äußere und wohl auch das bequeme Taschenformat der Bändchen dürften zu dem Erfolg der Sammlung ebenso beigetragen haben, wie der zwar sehr unterschiedliche, aber im Durchschnitt doch recht hohe Wert der einzelnen Monographien.

Zur Kennzeichnung der Sammlung möge die Titelangabe der einzelnen Bändchen dienen. Früher erschienen: „Spektra“ (R. C. JOHNSON); „Wellenmechanik“ (H. T. FLINT); „Physikalische Grundlagen des Rundfunks“ (J. A. RATCLIFFE); „Elektrische Gasentladungen“ (K. G. EMELÉUS); „Magnetismus“ (E. C. STONER); „Röntgenstrahlen“ (B. L. WORSNOP); „Kristallanalyse mittels Röntgenstrahlen“ (R. W. JAMES); „Der Kommutator-Motor“ (F. J. TEAGO); „Anwendungen der Interferometrie“ (W. EWART WILLIAMS); „Photochemie“ (D. W. G. STYLE); „Thermodynamik“ (A. W. PORTER); „Glühelktroden-Röhren“ (E. V. APPLETON); „Empfänger“ (C. W. OATLEY); „Atmosphärische Elektrizität“ (B. F. J. SCHONLAND); „Dimensions-Analyse“ (A. W. PORTER); „Stoßprozesse in Gasen“ (F. L. ARNOT); „Physikalische Konstanten“ (W. H. J. CHILDS); „Elektromagnetische Wellen“ (F. W. G. WHITE); „Die allgemeinen Prinzipien der Quantentheorie“ (G. TEMPLE); „Kinetische Gastheorie“ (M. KNUDSEN); „Relativistische Physik“ (W. H. McCREA); angekündigt werden ferner: „Oberflächenspannung“ (A. H. FERGUSON); „Der Atom-Kern“ (J. A. CROWTHER) und „Ultrarot- und Raman-Spektren“ (G. B. B. M. SUTHERLAND). Kürzlich erschienen:

„Low Temperature Physics“. Von L. C. JACKSON. 122 Seiten mit 34 Abbildungen im Text. London 1934. Preis: 3 sh.

Diese Monographie behandelt die Physik der sehr tiefen Temperaturen, und zwar den Bereich von 1° bis 20° absoluter Temperatur, der nur in speziellen Kältelaboratorien untersucht werden kann, deren bedeutendste das KAMERLINGH ONNES-Laboratorium an der Universität Leiden (Holland) und dasjenige an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin sind. Im ersten Kapitel werden die verschiedenen Methoden zur Erzeugung tiefer Temperaturen geschildert und ihre theoretischen Grundlagen erörtert: Methoden, welche die Expansion von Gasen unter Leistung „innerer“ Arbeit benutzen, JOULE-THOMSON-Effekt (Beispiel: LINDE-Verfahren); Methoden, die wenigstens teilweise die reversible Expansion von Gasen unter Leistung „äußerer“ Arbeit benutzen (z. B. CLAUDE-Verfahren); Desorptionsmethode von SIMON. Anschließend wird kurz berichtet, wie man mit verflüssigten Gasen umgeht, und wie man tiefe Temperaturen aufrecht erhält. Verfahren zur Erzeugung von Temperaturen unter 1° absolut: Verdampfung von Helium (KAMERLINGH ONNES und KEESOM); Benutzung der adiabatischen Demagnetisierung (DEBYE und GIAUQUE); Abkühlung von flüssigem Helium durch adiabatische

Expansion bei Leistung äußerer Arbeit (MEISSNER und SIMON). Das zweite Kapitel behandelt die Messung der tiefen Temperaturen. Im dritten Kapitel wird über die Ermittlung der physikalischen Eigenschaften von flüssigem und festem Helium berichtet, welche einen unmittelbaren Beweis für die Richtigkeit des NERNSTschen Wärmethorems lieferte. Im folgenden Kapitel über die Messung spezifischer Wärmen kommt die wechselseitige Befruchtung von experimenteller Untersuchung und Theorie besonders schön zum Ausdruck. Die EINSTEINSche Theorie der spezifischen Wärmen, DEBYEs T^3 -Gesetz usw. Das fünfte Kapitel behandelt die elektrische Leitfähigkeit von reinen Metallen, Legierungen und Halbleitern; Vergleich mit dem T^2 -Gesetz; BLOCHs Theorie der elektrischen Leitfähigkeit; Supraleitfähigkeit; Zusammenhang der Supraleitfähigkeit mit anderen physikalischen Eigenschaften; Theorie der Supraleitfähigkeit. Das letzte Kapitel behandelt die magnetischen Erscheinungen im Gebiete tiefster Temperaturen und die theoretischen Fragen, die durch magnetische Messungen in diesem Bereich geklärt werden können. Ein ausreichendes Literaturverzeichnis zu jedem Kapitel beschließt das Buch; es erleichtert ein tieferes Eindringen in die Probleme.

Daß der Verfasser im berühmten Leidener Laboratorium gearbeitet hat und jetzt in dem WILLS-Laboratorium der Universität Bristol, das ebenfalls größere Einrichtungen zur Erzeugung tiefer Temperaturen besitzt, forschend tätig ist, merkt man an jedem Teile des Buches. Das Wesentliche und prinzipiell Wichtige so klar herausarbeiten konnte nur ein wirklicher Fachmann. Die kleine Monographie ist sehr interessant und ungewöhnlich anregend. Vielleicht würde sich sogar eine Übersetzung ins Deutsche lohnen. *Hiedemann.*

„High Voltage Physics“. Von L. JACOB. 106 Seiten mit 37 Abbildungen im Text. London 1934. Preis: 3 sh.

Das Bändchen will einen Überblick geben über die Methoden zur Erzeugung hoher Spannungen und über die besonderen Erscheinungen, welche bei Hochspannung auftreten. Das erste Kapitel ist der Erzeugung und der Messung von hohen Spannungen gewidmet. Das zweite Kapitel berichtet über die Feldverteilung bei verschiedenen Elektrodenformen und beim Vorhandensein verschiedener Dielektrika. Das dritte Kapitel skizziert die theoretischen Grundlagen der Elektronenwellen und berichtet anschließend über schnelle Kathodenstrahlen. Das vierte Kapitel behandelt sehr schnelle positive Ionen. Die folgenden Kapitel geben Aufschluß über die dielektrischen Eigenschaften von Luft, festen und flüssigen Körpern, sowie des Vakuums.

Aus dieser Inhaltsangabe erkennt man den großen Umfang des behandelten Gebietes. Der Rahmen dieser Sammlung zwang zu einer Beschränkung auf das Allerwesentlichste. An manchen Stellen ist dies dem Verfasser gelungen, sehr oft aber nicht. Während unwesentliche Gegenstände oder solche, die in jedem besseren Lehrbuch zu

finden sind, relativ ausführlich behandelt werden, sind ganz wesentliche zu knapp behandelt oder gar unerwähnt geblieben. Im ersten Kapitel sind z. B. die Schaltskizzen der Anordnungen zur Erzeugung höchster Spannungen so gering erläutert, daß wohl wenige diese Schaltungen verstehen werden, die sie nicht bereits kannten. Das bewährte Hochspannungselektrometer von STARKE-SCHROEDER und das von WULFF hätten wenigstens im Literaturverzeichnis erwähnt werden müssen. Bei der Behandlung des elektrischen Durchbruchs sucht man vergebens die Namen von SCHUMANN und v. HIPPEL. Bei der Besprechung der dielektrischen Eigenschaften von festen Körpern hätten wohl auch die wichtigen Arbeiten über die Leitfähigkeit von Glas (POHL, MANEGOLD, TAYLOR u. a.) erwähnt werden müssen. Die notwendige Knappheit des Textes verlangte einen Ausgleich durch ein möglichst sorgfältig aufgestelltes Literaturverzeichnis. Aber gerade dieses ist recht unbefriedigend; die deutsche Literatur ist besonders spärlich zitiert. Da das Bändchen manches sehr Wertvolle enthält, bedauert man um so mehr, daß der Verfasser den Stoff nicht viel gründlicher gesichtet und geformt hat. *Hiedemann.*

Electrolytes. By HANS FALKENHAGEN. Translated by R. P. BELL. The International Series of Monographs on Physical Subjects. Groß-Oktav. 346 Seiten mit 54 Tabellen und 105 Figuren im Text. Humphrey Milford, Oxford University Press 1934. Preis in Leinen gebunden: 25 sh. net.

Electrolytes. Par HANS FALKENHAGEN. Traduction de G. MANO, Paris. Oktav. 358 Seiten mit 105 Figuren und 52 Tabellen im Text. Librairie Félix Alcan 1934. Preis in Leinen gebunden 60,— francs.

Die deutsche Ausgabe des vorliegenden Werkes ist bereits an dieser Stelle [46, 93 (1933)] eingehend gewürdigt worden. Wenn in so kurzer Zeit ein Bedürfnis nach einer englischen und einer französischen Übersetzung entstand, so muß man darin eine internationale Anerkennung der Monographie erblicken, die keinen Leser der deutschen Ausgabe überraschen wird. Die Bewertung des Werkes findet auch darin einen Ausdruck, daß es in der von R. H. FOWLER und P. KAPITZA herausgegebenen „International Series of Monographs on Physical Subjects“ erschienen ist, in der nur ganz besonders wertvolle Werke veröffentlicht werden.

Das vorliegende Buch ist nicht nur eine Übersetzung, sondern auch eine erhebliche Neubearbeitung der deutschen Ausgabe. Der Verfasser hat durch Berücksichtigung zahlreicher neuer Arbeiten wiederum seine Darstellung auf den neuesten Stand der Forschung gebracht. Besonders erwähnenswert ist die ausführlichere Interpretation der ONSAGERSchen Theorie im Zusammenhang mit ganz neuen experimentellen Ergebnissen von Mc INNES und seinen Mitarbeitern; ferner die DAVIESschen Untersuchungen über den wahren Dissoziationsgrad unter Heranziehung ganz neuer Präzisionsmessungen von Mc INNES und seiner Schule.

Völlig neu aufgenommen wurde die ausführliche Deutung der Überführungszahlen im Zusammenhang mit ONSAGERS Theorie; die Theorie des Dissoziationsspannungseffektes von ONSAGER, seine Theorie der Oberflächenspannung, ferner die Theorie der Ionenassoziation von FUOSS und KRAUS. Völlig anders dargestellt ist die Ableitung des BRÖMSTEDTSchen Prinzips von der spezifischen Interionenaktion. Mit Recht ist die statistische Behandlung des Elektrolyt-Problems mit großer Vorsicht geführt, da man von einer exakten Lösung dieser Fragestellung noch entfernt ist. Ein von R. H. FOWLER geschriebener Anhang über neuere Anwendungen der Quantenmechanik auf die Theorie der Elektrolyte beschließt das Werk.

Auch die französische Übersetzung der FALKENHAGENSchen Monographie zeigt wesentliche Änderungen gegenüber dem deutschen Original; sie ist auch keineswegs inhaltlich identisch mit der englischen Übersetzung. Selbstverständlich ist auch bei der französischen Darstellung der neueste Stand der Forschung herausgestellt, indem die Arbeiten der letzten Jahre nicht nur zitiert, sondern auch im Text verarbeitet wurden. Einige Teile der deutschen Ausgabe, deren Bedeutung inzwischen mehr in den Hintergrund getreten sind, sind stark gekürzt worden; z. B. das Aus- und Einsalzphänomen, sowie die Theorie der Leitfähigkeit von Mischungen durch BENNEWITZ-WAGNER-KÜCHLER, die inzwischen durch ONSAGER-FUOSS überholt sind. Dafür sind wichtigere Dinge wie die Theorie des Dissoziationsspannungseffektes von ONSAGER, seine Theorie der Oberflächenspannung, sowie die Ermittlung des wahren Dissoziationsgrades durch FUOSS-KRAUS neu aufgenommen worden. Besonders interessant ist die genauere Interpretation der Massenwirkungsgröße auf Grund elektrostatischer Kräfte durch FUOSS, die eine wichtige Ergänzung der BJERRUMSchen Theorie der Ionenassoziation darstellt. Weiter erwähnenswert ist die Interpretation der DAVIESschen Untersuchungen über den wahren Dissoziationsgrad unter Heranziehung ganz neuer Präzisionsmessungen von Mc INNES und seiner Schule. Auch die interessanten experimentellen Untersuchungen von FUCKS über den WIENSchen Spannungseffekt sind besonders ausführlich neu dargestellt. Die statistische Behandlung des Elektrolyt-Problems ist auch in dieser Übersetzung besonders vorsichtig durchgeführt.

Die Ausstattung des Buches ist zwar wesentlich bescheidener als diejenige der englischen Übersetzung, aber auch sehr gut bei einem erstaunlich niedrigen Preis.

Durch die Verschiedenheit der Übersetzungen untereinander und gegenüber der deutschen Ausgabe haben die Verfasser die Gelegenheit gegeben, manche Probleme in verschiedener Darstellung zu lesen. Das ist besonders reizvoll für diejenigen, die sich tiefer mit den behandelten Fragen beschäftigen. Man muß besonders anerkennen, daß die Verfasser die Mühe nicht gescheut haben, jeder Ausgabe einen besonderen Charakter zu geben.

Leider fehlt in beiden Übersetzungen das vorzügliche Namenverzeichnis der deutschen Aus-

gabe. Eine besondere Empfehlung des hervorragenden Werkes ist nicht mehr notwendig.

Hiedemann.

Teilchenstrahlen (Korpuskularstrahlen). Von H. MARK. Sammlung Götschen, Band 1083. 152 Seiten. Mit 59 Abbildungen. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1934. Preis geb. RM 1,62.

Die Erforschung der „Teilchenstrahlen“ hat in der noch immer im vollen Gange befindlichen Entwicklung, die die Physik seit etwa 3 Jahrzehnten durchmacht, eine wichtige Rolle gespielt. Daher ist das Erscheinen des vorliegenden Büchleins durchaus zu begrüßen, das einerseits so preiswert ist, und das andererseits einen sehr guten Überblick über das gesamte Gebiet gibt, noch dazu aus der Feder eines Autors, der selbst auf dem dargestellten Gebiete erfolgreich arbeitet. Weggelassen ist das gesamte Gebiet der Radioaktivität, das in einem besonderen Bändchen der Sammlung Götschen behandelt wird. Das (wohl erst nach Abschluß des Büchleins entdeckte) Positron wird nicht genannt, das Neutron nur kurz erwähnt. Behandelt werden die Kathodenstrahlen (einschließlich ihrer Streuung und Beugung), die Strahlen positiver Teilchen und Teilchenstrahlen ungeladener Korpuskeln (Atom- und Molekülstrahlen). Die Menge des dargebotenen Stoffs ist trotz des geringen Umfangs des Büchleins erstaunlich groß. Die Darstellung ist gut und leicht verständlich und wird durch zahlreiche gute Figuren (schematische Zeichnungen und kennzeichnende Originalaufnahmen) und durch Tabellen sehr wirksam unterstützt. Das Büchlein ist als eine billige und dabei doch recht gute Einführung in das Gebiet durchaus zu empfehlen.

Lamla.

Zur Erforschung des Weltalls. Acht Vorträge über Probleme der Astronomie und Astrophysik. Herausgegeben von W. GROTRIAN und A. KOPFF. X und 286 Seiten. Mit 153 Abbildungen. Berlin: Julius Springer 1934. Preis RM 18,—; geb. RM 19,80.

Das Buch verdankt seine Entstehung einer Vortragsreihe, die im Frühjahr 1933 von dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin und dem Elektrotechnischen Verein Berlin veranstaltet worden ist. Die Vorträge sind für den Druck neu bearbeitet worden; in der jetzt vorliegenden Form sind sie für einen erweiterten Kreis von Lesern bestimmt, die mathematisch und physikalisch vorgebildet sind. Es handelt sich also nicht um ein eigentlich „populäres“ Buch, wenn schon keinerlei besondere Anforderungen an die Vorbildung des Lesers gestellt werden. Um ein Wesentliches gleich vorwegzunehmen: Der Zweck des Buches, „für die Probleme der Astronomie Interesse zu wecken“, scheint mir vollauf und auf das glücklichste erreicht zu sein. Es ist durchaus kein trockenes Lehrbuch entstanden.

Der erste Vortrag, von A. KOPFF (Berlin-Dahlem), behandelt „die Bedeutung astrometrischer Methoden für die heutige Astronomie“. Er

gibt eine Beschreibung der gebräuchlichen Instrumente (Fernrohre, Uhren, Apparate zum Ausmessen der photographischen Platten usw.) und eine Diskussion der Meßmethoden und der durch sie erreichten Genauigkeit. Die Astrometrie ist eine wesentliche Grundlage der gesamten Astronomie; sie ist gerade in neuerer Zeit wieder in den Vordergrund getreten, und an der Steigerung ihrer Genauigkeit wird dauernd gearbeitet. Eine sehr wichtige Aufgabe ist die Feststellung der Eigenbewegung von Fixsternen; sie ist deshalb so schwierig, weil man ein von der Mechanik des Planetensystems unabhängiges Inertialsystem noch nicht kennt, und weil die zu messenden Größen ungeheuer klein sind. Über die Bewegungen ganz lichtschwacher Sterne lassen sich überhaupt noch keinerlei Angaben machen. Dazu kommt auch für hellere Sterne die Ungenauigkeit älterer Beobachtungen, durch deren Vergleichung mit modernen man sonst eine absolute Eigenbewegung erschließen könnte.

Die beiden nächsten Vorträge, von H. KIENLE (Göttingen), führen uns in die Astrophysik; die Themen lauten: „Die physikalischen Zustandsgrößen der Sterne“ und „Der innere Aufbau der Sterne“. Verfasser gibt zunächst sehr klare und eingehende Definitionen der auftretenden Größen und Begriffe: parsec für die Entfernung (bekanntlich die Entfernung eines Sterns, dessen Parallaxe 1 Bogensekunde beträgt, = 3,26 Lichtjahren = $3,08 \cdot 10^{18}$ cm); die „Sterngröße“ (einem Unterschied von 5 Größenklassen zwischen 2 Sternen entspricht ein Verhältnis ihrer Intensitäten von 1 : 100; die „Größenklasse“ der Sonne ist —26,72); die „absolute Größe“ eines Sterns (= scheinbare Größe in der Entfernung 10 parsec; absolute Größe der Sonne + 4,85); absolute Leuchtkraft (für die Sonne z. B. $3 \cdot 10^{27}$ HK); effektive Temperatur der Sterne (hier werden die verschiedenen Definitionsmöglichkeiten und die Meßmethoden erörtert); Spektralklassen. Es folgen verschiedene Methoden zur Bestimmung der Sterndurchmesser (aus Strahlungsmessungen; für ganz große Durchmesser interferometrisch; Helligkeitsschwankungen bei Bedeckungsveränderlichen) und zur Bestimmung der Massen und Dichten. Was den inneren Aufbau der Sterne angeht, so werden nach einem Hinweis auf die Schwierigkeiten der Untersuchung die polytropen Gaskugeln im Anschluß an R. EMDEN, das EDDINGTONSche Modell eines Sterns im Strahlungsgleichgewicht sowie einige neuere Ansätze behandelt. Es folgt die Theorie der Sternspektre nach SAHA.

Der vierte Vortrag, von W. GROTRIAN (Potsdam), ist einem speziellen Fixstern, nämlich unserer Sonne, gewidmet. Er beginnt mit der Feststellung, es sei trotz aller Erfolge der Sonnenforschung nicht zu leugnen, „daß sich aus der Fülle des Beobachtungsmaterials viele Tatsachen auch heute noch unserm Verständnis entziehen“. Der relativ umfangreiche Abschnitt unterrichtet uns über Entfernung, Größe und Gesamtstrahlung der Sonne, über ihre Schichten (die Photosphäre, die umkehrende Schicht, in der die FRAUNHOFERschen Linien entstehen, die Chromosphäre, die

Korona), über Sonnenflecken und Protuberanzen, über die Anwendung des Spektroheliographen (Herstellung von Sonnenphotographien im monochromatischen Licht) u. v. a. m. Die ausgezeichnete Darstellung wird durch sehr gute Bilder wirksam unterstützt.

Die beiden nächsten Vorträge, von E. F. FREUNDLICH (früher Potsdam, jetzt Istanbul), behandeln den Aufbau des Sternsystems. Trigonometrische Parallaxen von Fixsternen sind sehr schwer zu bestimmen; wir kennen sie bis jetzt von etwa 2000 Sternen mehr oder weniger genau; sie führen in Entfernungen bis zu 300 Lichtjahren. Die dynamischen Parallaxen (Doppelsterne mit genügend genau bekannten Daten, Sternströme) reichen bis zu etwa 600 Lichtjahren. Um noch entferntere Gebiete zu erschließen, muß man von irgendwelchen Hypothesen ausgehen. Die absoluten Helligkeiten schwanken im allgemeinen von Stern zu Stern ungeheuer stark (bei den 16 uns nächsten Fixsternen etwa im Verhältnis 1 : 10^6). Bei den sog. Cepheiden jedoch (bestimmten veränderlichen Sternen) besteht eine empirische Relation zwischen der Periode der Helligkeitsschwankung und der absoluten Helligkeit, so daß man diese aus der Periode bestimmen kann; hieraus und aus der beobachtbaren scheinbaren Helligkeit ergibt sich die Entfernung. Hiernach wurden z. B. die Entfernungen einiger kugelförmigen Sternhaufen bestimmt, die zwischen 20000 und 200000 Lichtjahren liegen. Verfasser bespricht diese und andere Methoden, ferner die kinematischen und dynamischen Verhältnisse im Weltraum, insbesondere die Expansion der Spiralnebel [vgl. hierzu z. B. den Bericht in dieser Zeitschrift 47, 83 (1934)]. Er führt uns durch ein stolzes Gebäude der modernen Astronomie, das wir gewiß gern und bewundernd betreten, aber doch mit einem gewissen Schauder, ob denn das Fundament der Hypothesen stark genug sein wird, den gewaltigen, im wahrsten Sinne des Wortes himmelragenden Bau zu tragen.

Der 7. Vortrag, von W. GROTRIAN (Potsdam), behandelt „besondere Leuchtvorgänge im Weltraum“ (Nebel der Milchstraße, die neuen Sterne, dunkle Wolken in der Milchstraße und die interstellare Materie), der letzte Vortrag endlich, von P. TEN BRUGGENCATE (Greifswald), „die Entwicklung der Sterne“. Mit dem letzten Abschnitt betreten wir ein zwar hoch interessantes, aber noch ganz unsicheres, schwer erforschbares Gebiet. „Unsere heutigen Vorstellungen können in kurzem überholt sein...“. Verfasser behandelt deshalb vor allem das Methodische und das Problematische. Insbesondere weist er mit Nachdruck darauf hin, daß die Frage nach der Art der Energiequelle im Innern der Sterne das Kernproblem der heutigen Kosmogonie ist.

Ich habe die Besprechung so ausführlich gestaltet, um den Lesern dieser Zeitschrift eine möglichst genaue Vorstellung von dem Inhalt des Buches zu geben. Es erscheint mir in der Tat gerade für den Lehrer an höheren Schulen ganz besonders gut geeignet, etwas tiefer in die Fragen der modernen Astronomie einzuführen. Die Dar-

stellung ist überall gut und wird auf das glücklichste durch klare und schöne Bilder ergänzt. Jedem Vortrag ist ein Literaturnachweis beigegeben. *Lamla.*

Die Wunderwelt der Sterne. Von Sir JAMES JEANS. Übersetzt von HELENE WEYL. 220 Seiten. Mit 46 Bildtafeln und 2 Sternkarten. Stuttgart und Berlin: Deutsche Verlags-Anstalt 1934. Preis geb. RM 5,75.

Das Buch ist aus einer Reihe von Rundfunkvorträgen des bekannten englischen Astronomen entstanden, die die Aufgabe hatten, die Hörer „einzuführen in das Zauberreich moderner Astronomie und die Wunder des Weltalls, die wir in unseren Riesenteleskopen sehen, ohne wissenschaftliche Vorkenntnisse irgendwelcher Art bei ihnen vorauszusetzen“. Es behandelt das gesamte Gebiet der Astronomie und führt den Leser bis zu den modernsten Erkenntnissen und Spekulationen. Es ist ein ganz besonderes und einzigartiges Buch, schwer oder gar nicht mit andern zu vergleichen. Es hat, wie der Verfasser betont, „gar keinen Ehrgeiz und will nichts anderes sein als eine bequeme, lesbare und nicht zu ernste Einführung in die dichterischste aller Wissenschaften“. Das ist zu beachten. Ganz gewiß ist es kein Lehrbuch der Astronomie; dazu fehlt jegliche prägnante mathematische Fassung der Gesetzmäßigkeiten, die hinter den Erscheinungen stecken, dazu fehlt überhaupt auch sonst das Zahlenmäßig-Mathematische. Das ist zweifellos ein Mangel (an manchen Stellen führt nur die mathematische Formulierung zu voller Einsicht und vollem Verständnis, und des öfteren läßt nur sie in voller Klarheit die hypothetische Natur der Grundlagen mancher weit reichenden Schlüsse erkennen); es ist zugleich aber auch ein Vorteil: das Buch ist jedem Leser (z. B. auch dem älteren Schüler) zugänglich.

Der Stil des Buches ist glänzend: leichtflüssig, mitreißend, kühnbeschwingt, niemals lehrhaft-trocken; voller Bilder, die stets geistreich, niemals banal sind, sehr häufig von unerhörter Anschaulichkeit. Der Stoff ist so angeordnet, daß wir gewissermaßen mit dem Verfasser eine Reise von der Erde und dem Sonnensystem ins Weltall hinein machen und dabei mit Staunen und Ehrfurcht die Wunder des Universums kennen lernen. Unser Führer ist ein begeisterter Prophet der „dichterischsten aller Wissenschaften“. Dabei kommt aber auch die Problematik mancher neueren Hypothese durchaus zum Ausdruck (z. B. der Hypothese über das sich ausdehnende Universum). Ganz hervorragend ist die Gabe des Verfassers, schwer Vorstellbares auch dem Laien durch einfache Vergleiche nahe zu bringen. Ein Beispiel sei für sehr viele hierher gesetzt. Über die Erfüllung des Raumes mit Sternen heißt es (S. 180): „Lassen wir einzig 3 Wespen in ganz Europa leben, so wird die Luft Europas immer noch mehr Wespen enthalten als der Raum Sterne, wenigstens in den Teilen des Universums, mit denen wir vertraut sind.“

2 Sternkarten und 46 ausgezeichnete Bildtafeln bilden eine vorzügliche Ergänzung und Erweiterung des Textes. Die Lektüre wird für Lehrer und für ältere Schüler ein Genuß sein. *Lamla.*

Das kleine Lexikon der Technik. Ein Auskunfts-buch für jedermann. Von F. KOLLMANN. 278 S. mit 156 Abbildungen im Text und auf Tafeln. Stuttgart, Berlin, Leipzig: Union Deutsche Verlagsgesellschaft. Ohne Jahr. Preis geb. RM 4,80.

In 3600 Stichwörtern behandelt dieses Buch das gesamte Gebiet der Technik einschließlich Chemie und Physik, soweit sie technische Bedeutung haben. Nach dieser Zielsetzung des Buches müßte es sich also für die Hand des Physik- und Chemielehrers oder auch eines älteren Schülers eignen, wenn er eine kurze Auskunft über eine mit seinem Wissensgebiet zusammenhängende technische Frage haben will. Hier muß nun aber leider festgestellt werden, daß die Angaben des Lexikons an vielen Stellen nicht zuverlässig sind; besonders in den chemischen und teilweise auch in den physikalischen Artikeln ist mir diese Tatsache aufgefallen, während ich die rein technischen Angaben aus Mangel an Fachkenntnissen nicht genauer nachprüfen konnte.

Das Buch ist infolgedessen nur bedingt zu empfehlen, und zwar nur in dem Falle, wenn der Leser schon über gewisse Fachkenntnisse verfügt, um die Spreu vom Weizen trennen zu können. *Scharf.*

Einführung in die organisch-chemische Laboratoriumstechnik. Von K. BERNHAUER. X und 129 Seiten mit 50 Abbildungen. Berlin: Julius Springer 1934. Preis RM 4,80.

In einer Einleitung gibt der Verfasser zunächst einen Überblick über den Arbeitsbereich der organischen Chemie. Es werden die Prinzipien der organischen Synthese (Kondensation, Darstellung von Derivaten) erläutert und Leitlinien für die Konstitutionsermittlung gegeben. Weiterhin werden in großen Zügen die Isolierung und Reinigung organischer Substanzen und ihre Charakterisierung und Identifizierung besprochen.

Den chemischen Operationen im allgemeinen ist der erste Hauptabschnitt gewidmet. Hierunter versteht der Verfasser Arbeiten bei erhöhter und bei tieferer Temperatur, also das Erhitzen in den üblichen Laboratoriumsgefäßen bzw. Kühlung von Flüssigkeiten und Kondensation von Dämpfen und Gasen. Es werden ferner an dieser Stelle Anweisungen über das Arbeiten im Vakuum (Vakuumdestillation, Messung des Vakuums, Hochvakuum) sowie mit Gasen (Darstellung, Reinigung) gegeben.

Im zweiten Teile werden die Methoden zur Durchführung organisch-chemischer Reaktionen besprochen, und zwar zunächst in homogenen, dann in inhomogenen Systemen und schließlich mit Gasen. Hierher gehören die Durchführung von Reaktionen unter erhöhtem Druck, unter Schütteln, Rühren usw., sowie die Hydrierungen.

Der dritte Hauptabschnitt, der etwa die Hälfte des Buchumfanges beansprucht, behandelt die Methoden und Operationen zur Isolierung und Reinigung organischer Substanzen. Wer je organisch gearbeitet hat, wird wissen, mit welchen Schwierigkeiten es oft verbunden ist, eine Verbindung in reiner Form herzustellen, und es muß daher als durchaus gerechtfertigt erscheinen, wenn diesem Teile des Buches besondere Bedeutung beigemessen wurde. Eine sehr weitgehend anwendbare Form der Reinigung von organischen Substanzen ist die Destillation. Diese wird mit ihren verschiedenen Abarten (Destillation unter Atmosphärendruck, unter vermindertem Druck, unter Verwendung von Wasserdampf) eingehend besprochen, die erforderlichen Apparate werden in mustergültigen Abbildungen vorgeführt. Der Destillation steht die Sublimation ziemlich nahe, die anschließend kurz behandelt wird. Von allgemeinerer Anwendbarkeit ist dann wieder die Extraktion. Die Arbeitsmethoden bei der Extraktion fester und flüssiger Körper bei gewöhnlicher und erhöhter Temperatur werden angegeben und nähere Anweisungen dazu erteilt. Hieran schließt sich die Reinigung organischer Substanzen durch Kristallisation an. Auch hier werden wieder für die gangbarsten Methoden Arbeitshinweise gegeben, die den erfahrenen Praktiker als Verfasser erkennen lassen. Schließlich ist noch ein kurzer Abschnitt der Reinigung und Trennung organischer Substanzen durch Adsorption angefügt.

Anhangsweise werden noch behandelt: Die chemischen Geräte und Hilfsmittel im allgemeinen; Handhabung ätzender, giftiger und leicht brennbarer chemischer Stoffe usw.; allgemeine Laboratoriumseinrichtungen; Leitlinien der Protokollführung und Veröffentlichung.

Wenn ich hier den Inhalt des Buches so eingehend angeführt habe, so wollte ich damit zeigen, welche Fülle Stoff auf dem bescheidenen Umfang von 123 Seiten bewältigt worden ist. Es ist nur selbstverständlich, daß daher aus der großen Zahl brauchbarer Methoden vom Verfasser diejenigen ausgewählt werden mußten, die einer allgemeineren Anwendung fähig und vor allen Dingen sicher und zuverlässig sind. Das Buch wird daher nicht nur dem Anfänger etwas zu bieten haben, sondern auch der Fortgeschrittene wird mit Vorteil zu dem Buche greifen, wenn er auf dem organisch-chemischen Gebiete zu arbeiten hat. *Scharf.*

Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen. Ein Bilderbuch unsichtbarer Welten. 21. Band der Sammlung „Verständliche Wissenschaft“. Von J. Baron UEXKÜLL und G. KRISZAT. 1. bis 5. Tausend. Mit 59 zum Teil farbigen Abbildungen. X und 102 Seiten. Berlin: Julius Springer 1934. Preis geb. RM 4,80.

J. Baron v. UEXKÜLL, dessen 70. Geburtstag am 8. September 1934 in vielen bedeutsamen Aufsätzen über sein Lebenswerk gefeiert wurde, übergibt der Sammlung „Verständliche Wissenschaft“ diese Beschreibung eines „Spazierganges in unbekannte Welten“. Kein Geeigneterer als der Universitätsprofessor am Hamburger Institut für Umweltforschung konnte dazu berufen sein, uns diese unsichtbaren Welten zu erschließen.

Nach Problemen geordnet, um in jedem Fall eine einheitliche Betrachtungsweise zu gewinnen, werden eine Reihe Tierbeobachtungen von niederen Lebewesen bis zum Menschen zusammengetragen. Der Verfasser leitet in seinen Untersuchungen eigene Begriffe ab, wie z. B. „die Umwelträume“, „fernste Ebene“, „die Merkzeit“, „Merkbild und Wirkbild“, „Suchbild und Suchton“, „die magischen Umwelten“, die anfangs die Lektüre des Büchleins erschweren. Lebt man jedoch vollständig in dieser Begriffswelt, so muß man dem Verfasser darin zustimmen, daß jedes Lebewesen nicht ein Objekt, eine „Maschine“ ist, sondern ein Subjekt, gleichsam einen „Maschinisten“ darstellt.

So zeigt das Buch eine ganz andere Einstellung zur Tierwelt wie die oft in volkstümlichen Schriften häufig zu beobachtende vermenschlichende Betrachtungsweise, die unsere Sinnesempfindungen und unser Seelenleben in die Beobachtungen der Tierwelt hineinragen will.

59 anschauliche Bilder, von G. KRISZAT entworfen, tragen mit dazu bei, möglichst weiten Kreisen die Ergebnisse der Umweltforschung zu vermitteln, die am Schluß der Ausführungen vom Verfasser in die These zusammengefaßt werden, daß „ein jedes Subjekt in einer Welt lebt, in der es nur subjektive Wirklichkeiten gibt und die Umwelten selbst nur subjektive Wirklichkeiten darstellen“.

Wer über bekannte Vorgänge in der Tierwelt, die für ihn bisher einen geheimnisvollen Ablauf nahmen, Erklärungen haben will, ja wer überhaupt Anregung gewinnen will, das Tier in „seiner“ Umwelt zu beobachten und damit gleichzeitig diese biologische Betrachtungsweise kennen zu lernen, sollte das Buch lesen. *Dr. Rudolf Lips.*

Vereine und Versammlungen.

Festversammlung zur Feier des 40 jährigen Bestandes des „Vereines zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichtes in Wien“.

Am 16. März 1935 fand im großen Hörsaale des I. und III. physikalischen Universitätsinstitutes eine Festversammlung statt. Der Obmann des Vereines, Herr Univ.-Prof. Hofrat Dr. FRANKE, konnte eine stattliche Anzahl von Mitgliedern und

Festgästen begrüßen. Unter den letzteren besonders Herrn Min.-Rat BATTISTA in Vertretung des Staatssekretärs für Unterricht Dr. PERNTNER, Herrn Hofrat Dr. BROMMER in Vertretung des Bürgermeisters von Wien, Herrn Univ.-Prof. Hofrat Dr. JÄGER als Vertreter der Akademie der Wissenschaften und der Chemisch-Physikalischen Gesellschaft, den Vertreter des Österreichischen Lehrervereins für

Naturkunde, den Vorsitzenden der Arbeitsgemeinschaft der Mathematiker und Physiker an den Mittelschulen in Wien und den Vertreter der Amtsgemeinschaft der Wiener Bezirksschulinspektoren.

Begrüßungsschreiben waren eingelangt vom Präsidenten des Wiener Stadtschulrates, vom Akademischen Senat der Wiener Universität, vom Rektorat der Technischen Hochschule, von den Universitätsprofessoren Hofrat Dr. MACHE, Hofrat Dr. SCHWEDLER und Hofrat Dr. ROSENBERG, von der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Berlin und der POSKESCHEN Zeitschrift, vom Verein zur Förderung der physikalischen Unterrichtes in Berlin und vom Physikalischen Verein Frankfurt a. M.

Den Bericht über die 40jährige Vereinstätigkeit erstattete der Schriftführer des Vereins, Schulrat KELLERMANN. Er gedachte vor allem jener Männer, die die Anregung zur Gründung des Vereins gaben und auch nach der Gründung treu und unermüdet für den Verein arbeiteten. Eine stattliche Reihe von Männern war es, die in Lichtbildern vor den Festgästen vorüberzogen, den meisten noch aus persönlichem Verkehr bekannt.

Namens des Unterrichtsamtes ergriff hierauf Herr Min.-Rat BATTISTA das Wort, um dem Verein für seine erfolgreiche Tätigkeit die Anerkennung auszusprechen. Er betonte, daß gerade jetzt die Mitarbeit des Vereins von Bedeutung sei, da die Unterrichtsbehörde daran gehe, neue Lehrpläne zu schaffen.

In Vertretung des Bürgermeisters von Wien und des Stadtschulrates beglückwünschte Herr Hofrat Dr. BROMMER den Verein und wünschte ihm vor allem Erfolg zu seiner Werbearbeit. Jungen Nachwuchs in die Reihen seiner Mitglieder zu bekommen, sei für den Verein von ganz besonderer Bedeutung.

Namens der Arbeitsgemeinschaft der Mathematiker und Physiker an den Mittelschulen gab deren Obmann, Herr Prof. BRAUNSCHWEIG, der Erwartung Ausdruck, daß die innigen Beziehungen, die bisher zwischen den beiden Vereinen bestanden, auch weiterhin erhalten bleiben mögen, um in gemeinsamer Arbeit die vielen Schwierigkeiten überwinden zu können, die gerade jetzt für den realistischen Unterricht bestehen.

Der Obmann des Vereins erteilte dann Herrn Univ.-Prof. Dr. THIRING das Wort zu seinem Vortrag „Die Entwicklung der Physik in den letzten 40 Jahren.“ Der Vortrag gab einen Überblick über die mit dem Jahre 1895 beginnenden umwälzenden Entdeckungen der physikalischen Wissenschaft, durch die fast alle fundamentalen Lehrsätze der damaligen Physik im Laufe der letzten 40 Jahre umgestoßen wurden.

Nachdem sich der reiche Beifall, den die Versammlung dem Vortragenden zollte, gelegt hatte, schloß der Vorsitzende die Festversammlung mit dem Wunsche, es möge das Interesse, das die Schulbehörde und die Fachwelt dem Verein am heutigen Ehrentage entgegengebracht habe, ihm auch weiterhin erhalten bleiben.

Bericht über die 37. Hauptversammlung des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichtes vom 14. bis 18. April 1935 in Kiel.

Der Begrüßungsabend am 14. April wurde eröffnet durch den Leiter des Kieler Ortsausschusses, St.-R. Dr. WEIDEMANN. Begrüßungsansprachen hielten Stadtschulrat Dr. KURT SCHMIDT im Auftrage des Oberbürgermeisters der Stadt Kiel und Kapitän zur See (Ing.) BETTENHÄUSER, Kommandeur der Marineschule Kiel-Wik im Auftrage des Chefs der Marinestation der Ostsee, Vizeadmiral ALBRECHT. Die Grüße des Oberpräsidenten und Gauleiters, Staatsrat LOHSE, überbrachte der Leiter der Abteilung „Höheres Schulwesen“ der Provinz Schleswig-Holstein, Regierungsdirektor Dr. ERICHSEN, Schleswig; für den Reichsbund für deutsche Vorgeschichte sprach Prof. Dr. MATTHES, für den N.S.L.B. Kreisamtsleiter Rektor SCHULZE. Ministerialrat Prof. Dr. METZNER, Berlin, der als Vertreter des Reichserziehungsministers anwesend war, wies auf die Bedeutung der Tagung hin, der es anheimgegeben sei, auf die geplanten Reformen, die nicht nur Schule und Schüler, sondern auch Lehrer und Lehrerfortbildung berücksichtigen werden, gestaltenden Einfluß zu gewinnen. Postrat BECKMANN als Vertreter des Präsidenten der Reichspostdirektion, WEINBRENNER, erinnerte daran, daß der schnell fortschreitende Ausbau des Telegraphen-, Fernsprech- und Funkwesens, des Fernsehens, der Mehrfachtelegraphie, der Hochfrequenztelefonie und des Zugfunks im Betriebe der Deutschen Reichspost in immer größerem Umfange die Einstellung naturwissenschaftlich gut vorgebildeter Beamten erfordere; hieraus gehe hervor, welche besondere Bedeutung den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern an den Schulen beizumessen sei.

Der Vereinsvorsitzende, O.-St.-Dir. Dr. E. GÜNTHER sprach den Behörden und Organisationen den Dank für ihr Erscheinen aus, überbrachte sodann die Grüße der Reichsleitung des N.S.L.B. und erklärte, daß die 37. Hauptversammlung den Anschluß an den N.S.L.B. als eine ihrer wichtigsten Aufgaben betrachte; der inneren Verbundenheit aller deutschen Erzieher soll dadurch auch äußerlich sichtbarer Ausdruck verliehen werden. Zum Schlusse gedachte er des schweren Verlustes, den die deutsche Erzieherchaft durch das plötzliche Ableben ihres Führers und Vorbildes, HANS SCHEMM, erlitten hat; mit ernstesten Worten mahnte er zur gemeinsamen Arbeit an dem Aufbau des von HANS SCHEMM im Geiste unseres Führers ADOLF HITLER so erfolgreich begonnenen Werkes.

Vor Beginn der Tagung wurde von St.-R. JACQUET (Kiel) die reich beschickte Buch-, Lehrmittel und Apparateausstellung eröffnet. Besondere Erwähnung fanden hierbei die unter Leitung von St.-R. Dr. MÖLLER (Kiel) stehende Sammlung zur Familienkunde, Vererbungslehre und Heimatkunde, sowie die Ausstellung genormter chemischer Geräte

unter Leitung von St.-R. Dr. SCHINDEHÜTTE (Frankfurt a. M.).

Vor dem Eintritt in die allgemeinen und Fachsitzungen fand eine Gedächtnisfeier zu Ehren des am 9. Juli 1934 verstorbenen Geschäftsführers des Fördervereins, St.-R. ERICH ZIEFRECHT statt, bei der O.-St.-Dir. Dr. FLADT (Tübingen) die Gedenkrede hielt.

In einer öffentlichen Kundgebung in der Aula der Universität sprach zu dem Thema: Mathematik und Naturwissenschaften als Erziehungsfächer des Dritten Reiches zunächst O.-St.-Dir. TIEDGE (Düsseldorf). Charakter und Gesinnung allein verbürgen noch keine Leistung; Deutschlands Lage gebietet zugleich die Ausbildung der Verstandeskkräfte. Aufgabe der neuen deutschen Schule ist daher, den Charakter und den Intellekt auszubilden. Die in der Schule der exakten Naturwissenschaften geforderte Leistung übt Ausdauer, lehrt unbedingte Wahrhaftigkeit und wird dadurch zu einer hohen Schule der Charakterbildung, der geistigen Disziplin, der Willensübung.

Anschließend sprach Regierungsrat Dipl.-Ing. BAUERMEISTER, Vorsitzender des V.D.I., Ortsgruppe Kiel. Er wünschte Anschaulichkeit, Lebendigkeit, Wirklichkeitsnähe und die Abstoßung des Ballastes im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Im Weltbild des jungen Menschen, der die Schule verläßt, muß die Technik den ihr gebührenden Platz haben.

Allgemeine Sitzungen:

Prof. Dr. med. STAEMMLER (Kiel): Über Keimgifte. Vortragender stellt den echten Keimgiften, Keimdrüsen giften (Alkohol, Koffein, Nikotin, Jod) und Fruchtgiften die echten Keimschädigungen erblicher Art gegenüber. Es ist Pflicht der Ärzte und Lehrer, sich bewußt in den Kampf gegen den Alkohol und die anderen Gifte zu stellen; denn sie bergen neben ihren wirtschaftlichen und sozialen Schäden auch noch die Gefahr der Verschlechterung unserer Erbmasse in sich.

Prof. Dr. DIELS (Kiel): Neue Methoden, neue Elemente. An Hand der bedeutungsvollsten Entdeckungen aus der Geschichte der Elementenforschung wird aufgezeigt, wie stets der Wandel und die Fortentwicklung der Forschungsmethode erst die Voraussetzungen für die Auffindung neuer Elemente bilden.

Dipl.-Ing. Kapitänleutnant (Ing.) THANEMANN (Flensburg - Mürwik): Physikalische Grundlagen und die praktische Verwendung des Hochdruckdampfes in der Marine. Geringer Brennstoffverbrauch und damit hoher Fahrbereich bedeuten eine Steigerung des Gefechtswertes von Kriegsschiffen. Der Brennstoffverbrauch bei Dampfmaschinenanlagen ist nicht so wirtschaftlich wie der beim dieselmotorischen Schiffsantrieb. Will man wirtschaftliche Gleichwertigkeit erzielen, was anzustreben ist, weil die Dampfmaschinenanlagen gegenüber den Motorenanlagen mancherlei Vorzüge besitzen, so ist es notwendig, die dampftechnischen Errungen-

schaften der neuesten Zeit voll auszunutzen. Kessel mit kleinem Wasserinhalt, Erzeugung von Hochdruckdampf, Ersetzen des natürlichen Wasserumlaufes durch einen zwangsläufigen und weitgehende Speisewasservorwärmung, haben in den letzten Jahren zu einer Herabsetzung des Brennstoffverbrauches auf die Hälfte bis zu $\frac{2}{5}$ geführt.

Prof. Dr. SCHWANTES (Kiel): Schleswig-Holsteins Bewohner bis zur urgermanischen Zeit. Die erst kürzlich von ALFRED RUST, einem Schüler Dr. SCHWANTES, in der Nähe Hamburgs aufgedeckten vorgeschichtlichen Funde haben unerwartete Aufschlüsse über die ältesten Bewohner gegeben, deren erste Spuren sich unmittelbar nach der letzten Vereisung nachweisen lassen. Dieser 20000 Jahre zurückliegenden älteren Steinzeit folgte die mittlere, in der sich die Anfänge des Fischfanges zeigen und die endlich durch die jüngste Steinzeit abgelöst wurde. Die kulturelle Weiterentwicklung, die von der Muschelhaufenkultur schließlich zu den Anfängen des Ackerbaues überleitet, wird gleichzeitig in der Entwicklung der menschlichen Kultur an den Steinwaffen, den Urnen und Gräbern dargestellt. Die Entstehung der germanischen Rasse wird aus der Verschmelzung der eingesessenen „Riesengrableute“ mit den eingewanderten teutonischen „Schnurkeramikern“ erklärt.

Physikalische Fachsitzungen:

Prof. Dr. UNSÖLD (Kiel): Aufbau des Weltalls. In geschichtlicher Aufeinanderfolge wird über die Entwicklung der Entfernungsmessungen im Weltraum berichtet, die in ihren letzten Ergebnissen auf Entfernungen bis zu 200000000 Lichtjahren weisen. Spektroskopische Untersuchungen der neuesten Zeit geben die ersten Anhaltspunkte für eine Dynamik des Weltalls.

Prof. Dr. Frhr. RAUSCH v. TRAUBENBERG (Kiel): Probleme der Atomzertrümmerung. Die vorgenannten Probleme werden von ihren Anfängen bis zur künstlichen Zertrümmerung des Lithiumkerns durch Protonen dargestellt und zum Teil durch Versuche demonstriert.

St.-R. Dr. MÖLLER (Altona): Grundversuche aus der Ton- und Bildfunktechnik. Es wird ein Polar-Glimmoszillogoskop vorgeführt, welches die oszillographische Untersuchung langsam schwingender Netzwechselströme wie auch die höherer Frequenzen des akustischen Bereiches gestattet. Ein photoelektrischer Kippkreis wird gezeigt, in welchem der hochohmige Widerstand der gewöhnlichen Blindschaltung in den Kipp-schwinggeräten durch eine photoelektrische Zelle ersetzt ist; dieser photoelektrische Kippkreis leistet technisch wertvolle Dienste bei photometrischen und Kapazitätsmessungen. Schließlich wird auf die vielseitige technische und schulpraktische Anwendungsmöglichkeit der photoelektrischen Zelle hingewiesen und eine lichtelektrisch arbeitende Alarmeinrichtung vorgeführt.

O.-St.-Dir. Dr. WILDERMUTH (Stuttgart-Cannstatt): Schulversuche zur Physik des Fliegens. Mit einer Dreikomponentenwaage

und einer Strömungswanne werden die grundlegenden Versuche aus dem Gebiet der Strömungslehre vorgeführt.

Chemische Fachsitzungen:

Stud.-R. Dr. SCHINDEHÜTTE (Frankfurt a. M.). Einführung der Din-Denog-Normung in den Chemieunterricht. Die Normung chemischer Geräte bedeutet für Schule und Industrie nicht nur eine Ersparnis an Geld, sondern auch an Zeit und Energie, die somit für andere Zwecke verfügbar bleiben. Über diese materiellen Vorteile hinaus bedeutet sie aber auch einen Fortschritt in schulmethodischer und erzieherischer Richtung.

Die experimentelle Ausbildung der Chemielehrer. Hierzu führte Prof. REMY (Hamburg) aus: Die an der Hochschule zu vermittelnde experimentelle Vorbildung muß die Voraussetzungen für selbständiges Arbeiten schaffen; die praktische Arbeitszeit darf aber auf keinen Fall durch unfruchtbare Überbürdung eine Verlängerung erfahren. Der Forderung nach einer analytischen Ausbildung, die Kombinations-, Beobachtungsgabe und Spürsinn, Selbstkontrolle und Kontrolle durch den Lehrer ermöglicht und nicht zuletzt zu Exaktheit und Sauberkeit erzieht, wurde eine für den Lehrer unerläßliche präparative Ausbildung zur Seite gestellt. Wünschenswert erscheinen Seminarvorträge mit Schulerperimenten, deren Leitung in der Hand erfahrener Schulpraktiker zu liegen hat. Prof. FRANCK (Hamburg), der dem Vorredner in seinen grundsätzlichen Ausführungen zustimmt, möchte nach seinen Erfahrungen in der Praxis die zahlreichen Gewichtsanalysen, die der Lehramtskandidat auszuführen hat, zugunsten der im Schulunterricht fast ausschließlich zur Anwendung kommenden Titrations- und Gasanalysen beschränkt wissen. Ebenso erscheint es ihm erstrebenswert, für die Ausbildung der Lehramtskandidaten das Stoffgebiet der quantitativen Analyse auf seine technische, wirtschaftliche und praktische Bedeutung, sowie seine Anwendungsmöglichkeit im täglichen Leben einer kritischen Prüfung zu unterziehen. Die strenge physikalisch-chemische Ausbildung mit dem Ziel der Absolvierung des 2. Verbandsexamens müßte hinsichtlich des schulpraktischen Erfolges für die Ausbildung des Chemielehrers nutzbringender gestaltet werden können.

O.-St.-R. Dr. MAX SCHMIDT (Hamburg): Gasvolumetrische Unterrichtsversuche. Vortragender führt die Anwendung des Kolbenprobers bei der Verbrennung von Äthylen im Sauerstoffstrom (Induktionsfunken), dem Strukturnachweis des Äthylens durch die Anlagerung von Chlor und bei einer Reaktion mit Beteiligung fester Substanzen (katalytische Oxydation von SO_2) vor.

Priv.-Doz. Dr. KLEINFELLER (Kiel): „Brandbomben“ zeigt neben bekannten auch einige sehr effektvolle neue Versuche über die Wirkungsweise von Brandbomben und ihre Löschung. Im Anschluß an diese Versuche ruft Dr. STOLTEN-

BURG von der Abteilung für zivilen Luftschutz des Reichsluftschutzverbandes die Lehrerschaft auf, sich eingehend mit diesen Fragen zu beschäftigen, damit die Schüler mit den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Luft- und Brandschutzes vertraut werden.

Biologische Fachsitzungen:

Prof. Dr. THIENEMANN (Plön): Lebensgemeinschaft und Lebensraum. Nach der zufallsbedingten Erstbesiedlung einer Lebensstätte treten die drei großen Gruppen: Produzenten organischen Stoffes (grüne Pflanzen), Konsumenten (Tiere) und Reduzenten (Bakterien) in enge Beziehungen zueinander. Aus der Auswahl der Arten (Umweltbedingungen) und der Fruchtbarkeit der Individuen (Überproduktion ist Grundlage der Raumbewältigung) resultiert das Biocoenotische Gleichgewicht, eine sich selbstregulierende Lebensgemeinschaft, Milieukonstanz vorausgesetzt. Eine Lebensgemeinschaft ist daher mehr als die Summe ihrer Glieder; sie ist eine neue Einheit und Ganzheit höherer Ordnung. — Wechselbeziehungen zwischen Lebensgemeinschaft und Lebensraum schließen auch diese zu einem höheren Ganzen zusammen. Die Beziehungen zwischen allen Lebensräumen und allen Lebensgemeinschaften der Erde lassen schließlich nur diese selbst als autarkischen Lebensraum erscheinen. Aber der Nachweis der Sonnenfleckenperioden in den Jahresringen der Bäume, in der Fischproduktion der Meere, in der Ablagerung der Seen läßt die Widerspiegelung kosmischen Geschehens auf der Erde erkennen. Nur ganzheitliche Betrachtung des Naturgeschehens — nach Analyse des einzelnen — führt zum Schauen der Welt, des Kosmos.

Prof. Dr. TISCHLER (Kiel) sprach über Artbildung durch Polyploidie bei höheren Pflanzen und ihre Abhängigkeit von ökologischen Faktoren. Prof. Dr. Frhr. v. BUDENBROCK-HETTERS-DORF führte Versuche mit niederen Tieren vor und leitete eine zoologisch-botanische Fangexkursion auf die Kieler Außenförde.

Mathematische Fachsitzungen:

O.-Stud.-Dir. DREETZ (Berlin): Entbehrliche und unentbehrliche Lehrstoffe des mathematischen Unterrichts. Unter den Gesichtspunkten einer Vertiefung des Unterrichtsstoffes, seiner praktischen Anwendungsfähigkeit, vor allem seiner Beziehungen zu volkswirtschaftlichen, rassebiologischen und wehrmathematischen Fragen, werden die wichtigsten bisherigen Lehrplanforderungen in der Mathematik einer kritischen Betrachtung und Sichtung unterworfen.

St.-Dir. Dr. JUNGBLUTH (Leverkusen): Vom guten Ton in der mathematischen Kinderstube. Vortragender weist auf die Notwendigkeit der Verdeutschung der mathematischen Fachsprache und damit einer Verdeutlichung der mathematischen Begriffe und Erkenntnisse hin. Die gesamte mathematische Fachsprache ist zu

überprüfen, ob sie geeignet ist, dem Jugendlichen klare Vorstellungen zu vermitteln. Am Beispiel der negativen Zahlen unterbreitet der Vortragende einen Vorschlag zur Verdeutschung im Sinne einer Verdeutlichung.

Prof. Dr. WERNICK (Kiel): Das Dritte Reich und die Mathematik. Es wird aufgezeigt, daß der Mathematik außer ihrer Unentbehrlichkeit im friedlichen und kriegerischen Wettbewerb der Völker auch ein völkisch-erzieherischer Wert zugestanden werden muß.

In der mathematischen Fachgruppe wurden ferner noch folgende Vorträge gehalten: Prof. Dr. WITTING (Dresden), Über bipolare Koordination; St.-R. TOOREN (Tilsit): Größenalgebra auf axiomatischer Grundlage; Prof. Dr. KALUZA (Kiel): Das isoperimetrische Problem in elementarer Darstellung; St.-R. NESS (Kiel): Zahlentheoretische Betrachtungen über Wurzel- und Logarithmentafeln.

In den geologisch-geographischen Fachsitzungen sprachen St.-R. Dr. EMEIS (Flensburg) über: Ein Querschnitt durch Schleswig-Holsteins Natur und Landschaft; Prof. Dr. WETZEL (Kiel) zu den Themen: Das Werden der

Landschaft Schleswig-Holsteins in und nach dem Eiszeitalter, Erdgeschichte und Prähistorie in Arbeitsgemeinschaften und Ein fossiler Waldboden der Tertiärzeit; Dozent Dr. KOLUMBE (Altona) über: Neulandgewinnung aus dem Meer — neuer Siedlungsraum.

In der geschäftlichen Sitzung des Vereins berichtete der Vorsitzende über die kurz vor dem Abschlusse stehenden Verhandlungen des Vereins über seinen Anschluß als körperschaftliches Mitglied an den N.S.L.B.

Als Ort der nächstjährigen Hauptversammlung wurde Karlsruhe gewählt.

Vorgeschichtliche, biologische und geologische Exkursionen beschlossen die Kieler Tagung. Eine der Exkursionen endete am Marineehrenmal in Laboe, an dem der Vorstand einen Kranz niederlegte; die Kranzniederlegung war verbunden mit einem feierlichen Treuegelöbnis zu Volk und Führer; sie sollte aber zugleich ein besonderer Ausdruck des Dankes sein für die entgegenkommende und wertvolle Beteiligung der Reichsmarine an der 37. Hauptversammlung in Kiel.

Karl-Edmund Dörmer.

Korrespondenz.

38. Herbstferienlehrgang der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Berlin vom 7. bis 16. Oktober 1935.

I. Vorlesungen.

1. Vortrag, veranlaßt vom Reichsluftfahrt-Ministerium. — 2. Professor Dr. LACMANN: Die Photogrammetrie in Wissenschaft und Technik. — 3. Professor Dr. FÖTTINGER: Versuche aus der neueren Strömungslehre. — 4. Oberstudienrat Dr. VOLKMANN: Vereinfachte elektrische Schulausrüstung im Wechselstromnetz (mit Versuchen). — 5. Dr. MOELLER: Die Benutzung elektrischer Wellen im Flugzeug (Normale Sender und Richt-Kurzwellensender mit den zugehörigen Empfängern). — 6. Studienrat Dr. NELKENBRECHER: Vorbereitung des Segelflugsportes durch Flugmodellbau und Ergänzung durch den Physikunterricht.

II. Übungen.

1. Professor Dr. LACMANN: Photogrammetrische Übungen. — 2. Oberstudienrat Dr. VOLKMANN: Ausgewählte Schulversuche aus allen Teilen der Physik. — 3. Dr. MOELLER: Darstellung kurzer elektrischer Wellen mit kleineren Mitteln (Schulversuche zur Erklärung des Richtempfangs in Flugzeugen). — 4. Assistent SCHUZIUS: Schulversuche aus der Strömungslehre. — 5. Ober-

studiendirektor Dr. PETZOLD: Versuche aus dem Gebiete der Explosivstoffe. — 6. Studienrat Dr. SCHARF: Versuche zur Technik des Flugwesens, des Luftschutzes und der Rohstoffversorgung. — 7. Studienrat Dr. SCHEER: Übungen über Verwendung der Hilfsmittel des erdkundlichen Unterrichts. — 8. Oberstudienrat Dr. OTTO: Biologische Schulversuche und Arbeitsmethoden. — 9. Dr. LIPS: Erblehre, Erbgesundheits- und Rassenpflege mit Übungen und Demonstrationen für den biologischen Unterricht.

III. Besichtigungen.

1. Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt. — 2. Flughafen Berlin-Tempelhof.

Zur Erinnerung an Friedrich Poske. Am 28. September 1935 jährt sich der Todestag des Begründers unserer Zeitschrift zum zehntenmal. Ob es gelungen ist, seine Zeitschrift nach dem Vorbilde weiterzuführen, das er selbst durch 38 Jahrgänge in allgemeiner und uneingeschränkter Anerkennung gegeben hat, muß die Leserschaft entscheiden. Auf jeden Fall meinen die seitherigen Bearbeiter, eine Ehrenpflicht zu erfüllen, wenn sie sich nach diesem Jahrzehnt von neuem zu FRIEDRICH POSKE bekennen.

Mith.