

Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XXXIX. Jahrgang.

1926.

Viertes Heft.

Zur Bestimmung von Achsenreibung und Trägheitsmoment sich drehender Körper.

Von Dr. Carl Schmidt in Hamburg.

1. In der Technik spielen die Trägheitsmomente rotierender Körper mindestens die gleiche Rolle wie diejenigen schwingender Körper. Deshalb ziehe ich im Unterricht die experimentelle Bestimmung des Trägheitsmomentes aus Beobachtung der Beschleunigung rotierender Körper derjenigen aus Schwingungsbeobachtungen vor. In der Absicht, eine möglichst einfache und billige Versuchsanordnung zu benutzen, die für das Schülerpraktikum geeignet ist, und die dabei ausreichend genaue Werte gibt, habe ich den außerordentlich präzis arbeitenden Müllerschen Reifenapparat¹⁾ auch in der Wildermuthschen Verbilligung²⁾ als zu teuer für die Übungen ausgeschaltet. Die einfacheren Anordnungen ergeben zumeist wegen der großen Reibung und ihrer schwierigen Ausschaltung ungenaue Resultate. Einzelne Autoren³⁾ berücksichtigen die Reibung überhaupt nicht. Andere bestimmen die verzögernde Kraft der Reibung durch ein Gewicht, welches den Körper gerade in gleichförmige Drehung versetzt⁴⁾. Dieses Verfahren erscheint deshalb ungenau, weil eine gleichförmige Rotation schwer festzustellen ist. Von der Schriftleitung bin ich auf Versuche aufmerksam gemacht worden⁵⁾, die Bearbeitungen der Versuche von WELLS (Pract. Mechanics, London 1898) darstellen. In diesen wird die Reibung aus energetischen Überlegungen gefunden und bei der Berechnung des Trägheitsmomentes in Rechnung gesetzt. Ähnlich verfährt auch O. FREY⁶⁾.

Ein etwas abweichendes Verfahren und eine billige Versuchsanordnung soll hier beschrieben werden.

2. Eine runde Scheibe aus Zinkblech von etwa 16 cm Radius und 1 mm Stärke ist mit einer Stahlachse und einer Holzrolle von etwa 2 cm Radius fest konzentrisch verbunden. Die etwa 3 cm lange Achse ist beiderseits zugespitzt und läuft in den flach ausgehöhlten Enden zweier Schrauben, die in einen eisernen Bügel hineingedreht sind, der so groß sein muß, daß die Scheibe frei in ihm laufen kann. Der Bügel kann durch ein Stativ so gehalten werden, daß die Achse in horizontaler Lage über den Tischrand hinausragt (Fig. 1).

Für Übungen nehme ich folgende, etwas einfachere und billigere Anordnung: Ein Meterstab aus Holz wird in seinem Mittelpunkt mit einer Holzrolle verleimt. Durch den gemeinsamen Mittelpunkt geht eine Achse aus 2-mm-Draht, die etwa 8 cm lang ist und auf der von der Rolle abliegenden Seite etwa 6 cm aus dem Lineal

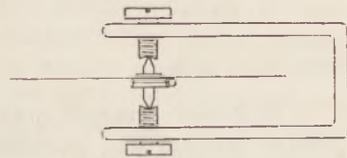


Fig. 1.

¹⁾ Diese Zeitschr. 8, 194; 1895. — 14, 71; 1901.

²⁾ Diese Zeitschr. 36, 7; 1923.

³⁾ z. B. P. HANCK, Phys. Schülerübungen, Aufg. 9. — K. HAHN, Grundriß der Physik, S. 29.

⁴⁾ H. HAHN, Handb. f. phys. Schülerübungen, S. 168, 12. Aufg., 1. Verf.; 14. Aufg., k).

⁵⁾ H. HAHN, a. a. O. S. 168 u. S. 173.

⁶⁾ O. FREY, Phys. Schülerübungen, S. 57.

herausragt. Dieser Teil der Achse wird durch die beiden Löcher eines 3mal rechtwinklig gebogenen Eisenbandes von etwa 2 cm Breite gesteckt, das durch die Klammer eines Bunsenstativs hochkant und horizontal gehalten wird (Fig. 2). Am Umfang der Rolle sitzt ein kleiner Stift zur Befestigung des Fadens, der sich um die Rolle aufwickeln kann und am Ende Gewichte trägt, die durch ihren Fall Scheibe oder Lineal in Drehung versetzen sollen. Die beschleunigte Fallbewegung kann sehr langsam sein, so daß diese Anordnung eine gute Demonstration beschleunigter Bewegung vorstellt.

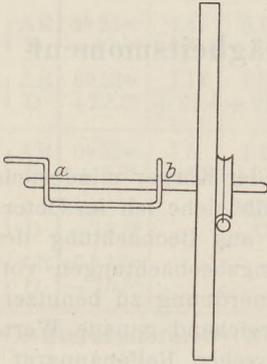


Fig. 2.

Die Größe der Beschleunigung errechnet sich in bekannter Weise aus dem in gemessener Zeit durchfallenen Weg. Aus der Beschleunigung und aus dem Moment des fallenden Gewichtes erhält man das Trägheitsmoment des Drehkörpers als Quotienten von Kraftmoment und Winkelbeschleunigung natürlich zu groß, weil infolge der Reibung, die stets vorhanden ist, die gemessene Beschleunigung zu klein ist. Die Reibung muß ermittelt und in Rechnung gesetzt werden.

3. Die Reibungsbestimmung kann so geschehen: a) Ein Anstoß versetzt den unbelasteten Drehkörper in Bewegung. Die Geschwindigkeit wird dabei so groß gemacht, daß 5 bis 8 Umläufe bequem gezählt und ihre Zeitdauer gemessen werden können. Da die Gesamtzahl der Umläufe bis zum Stillstand weit größer ist, läßt sich aus den ersten Umläufen die Anfangswinkelgeschwindigkeit ω als Mittel aus ihnen bestimmen. Aus der gesamten Laufzeit t und der anfänglichen Winkelgeschwindigkeit ω ermittelt man nun die Winkelverzögerung ω' , welche die kontinuierlich wirkende Reibung verursacht. Es gilt

$$\omega - \omega' t = 0$$

also

$$\omega' = \frac{\omega}{t} \dots \dots \dots (1)$$

b) Besser ermittelt man die Reibung aus der Winkelgeschwindigkeit ω , die die Scheibe erreicht hat, nachdem das Übergewicht p die Scheibe während einer Zeit t_1 in Drehung versetzt hat und dann abgefallen ist. Diese ist, wenn r der Radius der Schnurscheibe und s der vom Gewicht während seiner Wirksamkeit durchfallene Weg ist:

$$\omega = \frac{2s}{t_1 \cdot r} \dots \dots \dots (2)$$

Wenn nun die Scheibe noch t_2 sec weiterläuft, ist die Reibungsverzögerung

$$\omega_r' = \frac{\omega}{t_2} = \frac{2s}{t_1 \cdot t_2 \cdot r} \dots \dots \dots (3)$$

4. Die Ermittlung des Trägheitsmomentes erfolgt nun so: Die Beschleunigung während der Fallzeit t_1 ist

$$\omega' = \frac{2s}{t_1^2 \cdot r} \dots \dots \dots (4)$$

Die Winkelbeschleunigung, die das Gewicht p Gramm der reibungslos laufenden Scheibe erteilen würde, ist daher:

$$\omega'' + \omega_r' = \frac{2s}{t_1^2 r} + \frac{2s}{t_1 t_2 r} = \frac{2s}{t_1 r} \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right) = \frac{2s(t_1 + t_2)}{t_1^2 t_2 \cdot r} \dots \dots (5)$$

Also ist das Trägheitsmoment als Quotient von Drehmoment und Winkelbeschleunigung:

$$k = \frac{p \cdot g \cdot r}{\omega'' + \omega_r'} = \frac{p \cdot g \cdot r^2 \cdot t_1^2 t_2}{2s(t_1 + t_2)} \dots \dots \dots (6)$$

5. Zur experimentellen Durchführung habe ich zunächst in einer vorbereitenden Übungsstunde für verschiedene Drehkörper der physikalischen Sammlung die Reibungs-

verzögerung ω_r' gemäß dem im Abschnitt 3a Gesagten ermitteln lassen. Solche Körper waren das Rad eines Fahrrades, Schwungrad eines Dynamomaschinenmodells, Rollen u. a. m. Dabei ergaben sich Winkelverzögerungen von verschiedenster Größenordnung, z. B. Fahrrad 0,0011, Scheibe 0,03, Lineal mit Rolle 0,1. Natürlich sind die Zahlen bei kleiner Reibung am sichersten, da die Laufzeiten dort recht groß sind, und die Bestimmung der Anfangsgeschwindigkeit wegen ihrer geringen Abnahme wenig Schwierigkeit macht. Die Zählung der Umdrehungen wurde durch einen Kreidestrich auf dem Drehkörper, der an einer festen Marke vorübergeht, erleichtert. Die Zeitbestimmung erfolgt mit 2 Stoppuhren.

Einige Ergebnisse nach dieser Methode folgen. n = Anzahl der zuerst gemessenen Drehungen, t_n ihre Zeitdauer, t Zeit bis zum Stillstand.

	n	t_n (sec)	$\omega \left(\frac{\text{Winkel}}{\text{sec}} \right)$	t (sec)	$\omega_r' \left(\frac{\text{Winkel}}{\text{sec}^2} \right)$
Fahrrad:	10	12,8	4,91	430,4	0,00114
	10	9,0	6,98	617	0,00113
Scheibe:	3	4,8	3,92	136,8	0,0287
	5	5,4	5,81	205,6	0,0283
	10	7,8	8,04	283,6	0,0284
Lineal 1:	3	4,0	4,71	44	0,107
	3	3,4	5,55	52	0,107
	5	5,4	5,82	53,4	0,109
Lineal 2:	2	4,8	2,62	26,8	0,128
	4	4,2	5,98	47,8	0,125
	3	4,0	4,72	38,0	0,125

Die Reibung erscheint also unabhängig von der Drehgeschwindigkeit in dem hier betrachteten Bereich. Der reibungsvermindernde Einfluß einer guten Ölung, Einfluß einer schiefen Lagerung der Achse, des mehr oder weniger starken Anziehens der Achsenlagerschrauben bei der Scheibe u. a. ließen sich gut aus Vergleichsmessungen ermitteln. Bei den Linealen muß besonders darauf geachtet werden, daß sie möglichst im indifferenten Gleichgewicht sind. Ausgleich kleiner Ungenauigkeiten erfolgt durch Benutzung von Plastilina. Auch die horizontale Lagerung der Achse muß mit Hilfe des am Schnurlauf hängenden Lotes so genau wie möglich durchgeführt werden.

6. Bei der Bestimmung des Trägheitsmomentes geht es nicht an, die aus der vorbereitenden Übung ermittelten Reibungswerte einfach zu übernehmen, da Achsenlagerung, Ölung, Spitzendruck bei der jedesmaligen Anbringung des Stativs verschieden sind. Die Messung geht jetzt aber schneller vonstatten, da schon bekannt, so daß genügend Zeit zur Ermittlung der Fallbeschleunigung, natürlich am unveränderten Apparat, bleibt. Noch richtiger ist es, die Reibungsbestimmung nach 3b mit der des Trägheitsmomentes zu verbinden.

Die Trägheitsmomente ergeben sich in guter Übereinstimmung unter sich und mit dem in der Mathematikstunde errechneten Wert für Scheiben $\frac{Mr^2}{2}$ oder Lineale $\frac{Ml^2}{12}$.

Scheibe 1: Gewicht 546 g, Radius 15,6 cm, k berechnet: **66300 gm²**. Die Holzrolle wiegt 5 g. Ihr Moment kann also neben dem der Scheibe vernachlässigt werden. Die Beobachtung ergab Werte zwischen **66100** und **67000 gm²**.

Lineal 1: Gewicht mit Achse und Rolle 165 g, Rolle 5,3 g, Achse 6 g, k berechnet: **128100**. Die beobachteten Werte liegen zwischen 126000 und 130000 gm².

Die Reibung hängt auch ein wenig von der Belastung ab. Auch das kann Anlaß zu weiteren Untersuchungen geben.

7. Zum Schluß noch eine methodische Bemerkung. Die experimentelle Einführung des Begriffes Trägheitsmoment als Ersatzmasse eines rotierenden Körpers scheint mir naturgemäß, wenn sie an den Begriff der Masse als Trägheit eines in

Bewegung gesetzten gleitenden Körpers anknüpft. Ich habe, um die Verschiedenheit des Lineals als träge Masse bei gleitender und drehender Bewegung zu zeigen, den Fallversuch an einer Atwoodschen Fallmaschine noch einmal so wiederholt, daß über den Umfang der Rolle eine Schnur führt, die an den beiden Enden je einen halben Meterstab trägt. Ein Übergewicht auf dem einen angebracht, bringt eine Beschleunigung hervor, aus der sich die Masse des Lineals ergibt. Wenn sich dann bei dem Drehversuch für das Lineal, das doch dieselbe Masse ist, etwas ganz anderes als Ersatzmasse ergibt, tritt der Unterschied gegen das Trägheitsmoment deutlich hervor. Die Bestimmung des Trägheitsmomentes aus Schwingungen ist ein Schritt weiter, der sich jetzt sehr wohl anschließen läßt, und der zur Prüfung des Resultates bei Benutzung des gleichen Lineals einlädt.

Zum Planetenproblem.

Von Dr. E. Waage in Freiwaldau.

Im Aufsatz „Zur Phoronomie der Planetenbewegung“¹⁾ wurde gezeigt, wie man aus der unmittelbaren Betrachtung der Bahn eines Planeten am Fixsternhimmel schließen kann, daß er sich in erster Annäherung bezüglich der gegen den Fixsternhimmel nicht rotierend gedachten Erde²⁾ in einer Epizykloide bewegt. Auf der Peripherie eines Deferent genannten Kreises mit dem Radius R und dem Mittelpunkt in der Erde E (Fig. 1) bewegt sich gleichförmig mit der Umlaufszeit U der Mittelpunkt D eines zweiten Kreises, des Epizykels, dessen Radius mit r bezeichnet werde, und auf dem Epizykel bewegt sich gleichförmig der Planet P mit der Umlaufszeit J .

Da sich aus den Bestimmungsstücken U , J , R , r dieser Epizykloide unmittelbar die Elemente der heliozentrischen Kreisbahn des Planeten ergeben, wird es vielleicht nicht unangebracht erscheinen, näher auszuführen, wie sie aus den Beobachtungen ermittelt werden können³⁾. Hierbei beschränken wir uns auf obere Planeten und vernachlässigen ihre Breiten.

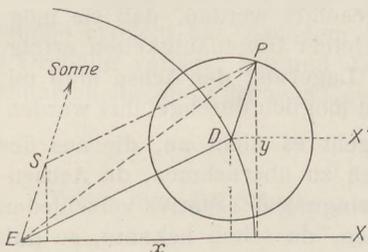


Fig. 1.

U ist nichts anderes als die siderische Umlaufszeit in der heliozentrischen Bahn⁴⁾, die wir hier aber zu definieren haben, ohne uns auf den Standpunkt eines bestimmten Weltsystems zu stellen. Hierzu dient uns die Bemerkung, daß die Zeiten, die ein oberer Planet braucht, um von einer (z. B. durch einen Fixstern markierten) Stelle des Himmels nach einem vollen Umlauf zu ihr zurückzugelangen (in Bahn-

schleifen passiere er sie rückläufig), ungefähre Werte von U darstellen. Für aufeinanderfolgende Umläufe differieren sie um Monate. Man kann nun U als den mittleren Wert⁵⁾ dieser Zeiten definieren oder auch als die Zeit, die der Planet zu einem

¹⁾ Diese Zeitschrift 39, 104; 1926.

²⁾ Die hierfür häufig gebrauchte Bezeichnung „scheinbar“ deckt sich nicht mit der in der Fachastronomie üblichen, wo man den von einem Punkte der Erdoberfläche aus beobachteten Ort den scheinbaren, den auf den Erdmittelpunkt reduzierten den wahren Ort nennt.

³⁾ Man vergleiche die elementare Lösung der analogen Aufgabe unter Voraussetzung des kopernikanischen Weltsystems durch WANKA (Abschätzung der Planetenbahnradien, diese Zeitschrift 4, 304; 1891) und die der inversen Aufgabe durch LUCKEY (Denk- und Rechenaufgaben zur Himmelskunde, diese Zeitschr. 26, 284, 1913; 28, 184, 1915).

⁴⁾ Für die unteren Planeten hingegen ist U ein siderisches Sonnenjahr.

⁵⁾ Durch Bildung von Mittelwerten kann man oft Unregelmäßigkeiten von sekundärer Bedeutung ausschalten, die die Untersuchung zunächst nur komplizieren würden; man denke z. B. an die Darstellung des jährlichen Temperaturganges eines Ortes aus vieljährigen Beobachtungen unter Ausschaltung des täglichen.

vollen Umlauf am Himmel brauchen würde, wenn er sich mit seiner mittleren Geschwindigkeit gleichförmig in der Ekliptik bewegte.

Da der Planet in erster Annäherung stets in der Mitte des rückläufig zurückgelegten Bahnstückes zur Sonne in Opposition tritt, fällt zu dieser Zeit die Verbindungslinie DP (Fig. 1) in die Richtung DE , während sich die Sonne in der Verlängerung von DE über E hinaus befindet. Weil sich nun die Sonne in erster Annäherung auch gleichförmig in der Ekliptik bewegt, wird die Verbindungslinie E -Sonne stets parallel DP bleiben. Aus dieser wichtigen Tatsache, die die Brücke zwischen geozentrischem und heliozentrischem Weltsystem bildet, folgern wir zunächst nur, daß die Umlaufzeit J des Planeten im Epizykel für alle oberen Planeten dieselbe ist wie die der Sonne um die Erde, also ein siderisches Sonnenjahr.

Definieren wir ferner die synodische Umlaufzeit als mittleren Wert der zwischen aufeinanderfolgenden Oppositionen verfließenden Zeiten (die um einige Tage differieren) und bezeichnen sie mit S , so kann man analog zur bekannten Uhrzeigerrechnung¹⁾ die Beziehung

$$\frac{1}{J} = \frac{1}{U} + \frac{1}{S}$$

ableiten.

Nach unseren Definitionen erhält man U und S besonders einfach mit Hilfe der schon den alten Babyloniern bekannten Anzahl T von Jahren, nach welcher ein Planet in nahe die gleichen Stellungen am Fixsternhimmel und zur Sonne zurückkehrt, und der Anzahl u der inzwischen erfolgten siderischen Umläufe. Folgende Tabelle zeigt die so erhaltenen und zugleich die modernen Werte in siderischen Sonnenjahren²⁾.

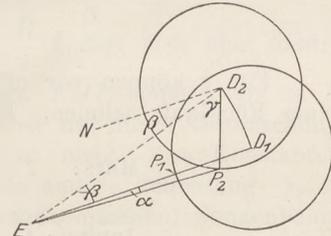


Fig. 2.

	T	u	$U = \frac{T}{u}$	$S = \frac{T}{T-u}$	U	S
					Moderne Werte	
Mars	79	42	1,8810	2,1351	1,880 816	2,135 311
Jupiter	83	7	11,8571	1,0921	11,861 765	1,092 066
Saturn	59	2	29,5	1,0351	29,456 626	1,035 141

Schließlich kann man mit Hilfe von ohne Fernrohr erhaltenen Beobachtungsdaten zwar nicht die absoluten Werte von R und r , wohl aber deren Quotienten $\frac{R}{r}$ bestimmen. Hierzu hat man eine gewisse Zeit t nach der Opposition, während welcher der Planet noch rückläufig ist, den seit der Opposition zurückgelegten Bogen α zu messen. Nun ist nach Fig. 2, wo E wieder die Erde, P_1 , P_2 die Planetenorte zur

¹⁾ Stunden- und Minutenzeiger (hier: DE und DP) decken sich um 12 Uhr (zur Zeit der Opposition); wann wieder?

²⁾ Rechnen wir in siderischen Sonnenjahren ($J = 1$), so ergibt sich aus der eben angeführten Beziehung

$$S = \frac{U}{U-1} = \frac{Uu}{Uu-u} = \frac{T}{T-u},$$

wenn T ein ganzzahliger Näherungswert von Uu ist. (Solche können wir bei Kenntnis von U oder S am besten durch Kettenbruchentwicklung einer dieser in siderischen Sonnenjahren ausgedrückten Größen erhalten.) Genau genommen fehlt in T Jahren zu u Umläufen noch der Bogen

$\varphi = \frac{360}{U} (Uu - T)$, während sich die Oppositionen um $\tau = S (T - u) - T$ verspäten und sich um

$\psi = \frac{360}{J} \tau$ Grad am Himmel verschieben. Für unsere Werte von T ist für Mars (Jupiter, Saturn)

$\varphi = -1^\circ \cdot 10 (+0^\circ \cdot 98, -1^\circ \cdot 06)$, $\tau = +2^d \cdot 39 (-1^d \cdot 09, +1^d \cdot 12)$, $\psi = +2^\circ \cdot 35 (-1^\circ \cdot 07, +1^\circ \cdot 10)$. Für Merkur ist $145 S = 46,00125 \pm 46$, für Venus $5 S = 7,99331 \pm 8$ Jahre.

Zeit der Opposition und um t später, D_1, D_2 die dazu gehörigen Epizykelmittelpunkte darstellen, der Winkel, um den der Epizykelmittelpunkt während der Zeit t fortgeschritten ist,

$$\sphericalangle D_1 E D_2 = \beta = \frac{360}{U} t$$

und findet sich, wenn $D_2 N \parallel D_1 P_1$ gezogen wird, als Wechselwinkel auch bei D_2 . Auf dem Epizykel hat sich der Planet in der Zeit t um

$$\sphericalangle N D_2 P_2 = \beta + \gamma = \frac{360}{J} t$$

bewegt, wir haben ferner

$$\sphericalangle E P_2 D_2 = 180 - (\alpha + \beta + \gamma)$$

und nach dem Sinussatz

$$\frac{R}{r} = \frac{\sin(180 - (\alpha + \beta + \gamma))}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{\sin\left(\alpha + \frac{360}{J} t\right)}{\sin\left(\alpha + \frac{360}{U} t\right)}$$

Für t können wir offenbar auch die halbe Dauer, für α den halben Bogen eines Rücklaufs nehmen. Bei Benutzung dieser Werte¹⁾ erhalten wir für:

$$\text{Mars: } t = 35^d, \alpha = 7^\circ, \quad \frac{R}{r} = \frac{\sin 41^\circ 30'}{\sin 25^\circ 20'} = 1,55$$

$$\text{Jupiter: } t = 60^d, \alpha = 5^\circ, \quad \frac{R}{r} = \frac{\sin 64^\circ}{\sin 10^\circ} = 5,2$$

$$\text{Saturn: } t = 68^d, \alpha = 3^{1/2}^\circ, \quad \frac{R}{r} = \frac{\sin 70^\circ 30'}{\sin 5^\circ 47'} = 9,4.$$

Auffällig ist die Beziehung

$$\left(\frac{R}{r}\right)^3 = \left(\frac{U}{J}\right)^2,$$

die bei anderer Deutung von R und r das 3. Keplersche Gesetz darstellt.

Um nun noch den Ort des Planeten in seiner Bahn darstellen zu können, brauchen wir die Zeiten t_1 und t_2 , in denen ED und DP (Fig. 1) parallel und gleichgerichtet sind der Richtung EX (Erde-Frühlingspunkt). Da DP stets der Richtung Erde—Sonne parallel ist, ist t_2 der astronomische Frühlingsbeginn jedes Jahres. Ist ferner t_0 die Zeit, l_0 die Länge einer Opposition, so ist für sie

$$l_0 = \sphericalangle XEP = \sphericalangle XED = \frac{360}{U} (t_0 - t_1)$$

und hieraus läßt sich t_1 berechnen. Natürlich kann U zu t_1 beliebig oft addiert werden. Folgende Tabelle gibt die modernen Werte der soeben bestimmten „Ptolemäischen Bahnelemente“, und zwar U und J in bürgerlichen Gemeinjahre und mittleren Sonnentagen, zugleich aber die mittleren täglichen siderischen Bewegungen $\frac{360}{U}$ und $\frac{360}{J}$.

	$\frac{R}{r}$	U	$\frac{360}{U}$	t_1	
Mars	1,524	1 322 ^d · 0	0 ^o · 5240	18. X. 1924	$J = 1^a 1^d$ $\frac{360}{J} = 0^o. 9856$ $t_2 = 21. \text{III. jeden Jahres}$
Jupiter	5,203	11 ^a 317 ^d · 6	0 · 0831	14. XI. 1915	
Saturn	9,539	29 ^a 174 ^d · 2	0 ^o · 0335	15. VIII. 1907	

¹⁾ Wir benutzen wieder Mittelwerte aus möglichst vielen Rückläufen. Man vergleiche die Bestimmung der Fixsternentfernungen mit Hilfe der den Rückläufen der Planeten analogen Fixsternparallaxen.

Aus ihnen kann man den Ort eines Planeten am Fixsternhimmel in erster Annäherung, in der die Breiten vernachlässigt werden, für jede beliebige Zeit t durch Errechnung der geozentrischen Länge $l = \sphericalangle XEP$ ermitteln. Nach Fig. 1 ist

$$x = R \cos(\sphericalangle XED) + r \cos(\sphericalangle X'DP)$$

$$y = R \sin(\sphericalangle XED) + r \sin(\sphericalangle X'DP)$$

und hieraus ergibt sich

$$\operatorname{tg} l = \frac{y}{x} = \frac{\frac{R}{r} \sin \frac{360}{U}(t-t_1) + \sin \frac{360}{J}(t-t_2)}{\frac{R}{r} \cos \frac{360}{U}(t-t_1) + \cos \frac{360}{J}(t-t_2)}$$

Der Übergang vom Ptolemäischen zum Tycho Braheschen und Kopernikanischen Weltsystem erfolgt nun, indem man für alle oberen Planeten

$$r = \text{Entfernung Erde—Sonne} = 1$$

setzt — hierdurch kommt die Sonne in Fig. 1 nach S , $\frac{R}{r}$ ändert sich aber natürlich nicht —, ferner nicht den Streckenzug EDP , sondern ESP benutzt, um zu P zu gelangen¹⁾. Dies macht sich in obiger Formel für l aber nur durch Vertauschung der Summanden für x und y bemerkbar, ändert sie also nicht; ihre Konstanten ändern ihre Werte auch nicht, wohl aber erhalten sie eine andere Bedeutung: r , J , t_2 sind die geozentrischen Elemente der (kreisförmig angenommenen) Sonnenbahn, R , U , t_1 die heliozentrischen Planetenbahnelemente.

Wir sehen also, daß wir nach allen drei Weltsystemen durch dieselbe numerische Rechnung denselben Planetenort erhalten, der freilich die Beobachtungen nur in erster Annäherung, und zwar Jupiter und Saturn bis auf 6° , Mars nur bis auf 30° genau darstellt.

Die Darstellung in zweiter Annäherung gelang KEPLER; seine Arbeiten wurden freilich durch die kopernikanischen Vorstellungen wesentlich erleichtert, ihr Ergebnis ist aber unabhängig von ihnen: Ersetzt man nämlich Deferent und Epizykel des Ptolemäus durch entsprechende Keplersche Ellipsen, so erhält man wie oben nach beiden Systemen denselben Planetenort. Erst die Darstellung in dritter Annäherung (unter Berücksichtigung der Störungen), die auf Grund der Newtonschen dynamischen Vorstellungen erfolgt, räumt (wenigstens nach den Anschauungen der klassischen Mechanik) mit dieser ja nur auf rein phoronomischem Gebiet bestehenden Gleichberechtigung der Weltsysteme auf.

Eine einfache Versuchsanordnung für eine indirekte Bestimmung der molekularen Verdampfungswärmen.

Von J. Narbutt in Reval.

Die indirekte Bestimmung der molekularen Verdampfungswärme mit Benutzung der Gleichung: $\frac{d \ln p}{dT} = \frac{\lambda}{RT^2}$, kann beim Atmosphärendrucke mit ziemlich großer Genauigkeit in folgender einfacher Weise ausgeführt werden.

Ein mit einem eingeschmolzenen Platinstift versehenes Beckmannsches Siederohr für Molekulargewichtsbestimmungen mit einem seitlichen Tubus wird mit Granaten etwa 3 cm hoch gefüllt und auf die Granatenschicht Versuchsflüssigkeit in solcher Menge gegossen, daß sie 4 bis 5 cm über der Granatenschicht steht.

¹⁾ Mit anderen Worten: von E zu P gelangen wir durch vektorielle Addition der Vektoren $ED = R$ und $DP = r$; nun vertauschen wir die Summanden. Vgl. den oben zitierten Aufsatz: „Zur Phoronomie der Planetenbewegung“.

Dann wird ein Zylinder aus Ton oder unglasiertem Porzellan auf eine Asbestplatte, welche sich auf einem Ringe an einem Stativ befindet, gesetzt, und das Siederohr in die Mitte des Zylinders gestellt, so daß der Platinstift sich durch die Asbestplatte bohrt, und mit einer Klemme am Stativ befestigt. Der Zylinder soll einen um etwa 4 cm größeren Durchmesser besitzen als das Siederohr, und seine Höhe soll so gewählt sein, daß der obere Rand des Zylinders den Meniskus der Flüssigkeit im Siederohre etwa um 1 cm überragt.

Der Zwischenraum zwischen dem Zylinder und dem Siederohre wird mit Asbestwolle bis zur ganzen Höhe des Zylinders gut ausgefüllt, und die obere Öffnung des Zylinders wird mit einer durchlocherten Asbestplatte bedeckt, welche das Siederohr möglichst eng umschließt. Der ganze übrige aus dem Zylinder hervorragende Teil des Siederohres zusammen mit dem Tubus wird während des Siedens durch eine dicke Schicht Watte gut gegen Luftzug geschützt, was für das Gelingen des Versuches sehr wichtig ist. Der beschriebene Wärmeschutz genügt vollkommen für Siedepunktbestimmungen an Flüssigkeiten, die beim Atmosphärendrucke nicht über 100° C sieden ¹⁾.

Die obere Öffnung des Siederohres wird mit einem in der Mitte durchbohrten Gummistopfen verschlossen, durch den ein Beckmannsches Thermometer in die Flüssigkeit bis etwa 1 cm oberhalb der Granatschicht hineinragt.

In den seitlichen Tubus wird mit Hilfe eines Gummistopfens ein kleiner Liebig'scher Kühler gesteckt. Nachdem das Siedetempo, das beim Versuche eingehalten werden soll, festgelegt worden ist, wird der Kühler aus dem Tubus herausgenommen; einige Zwirnsfäden werden an seinem unteren Ende so angebracht, daß die Fäden die Öffnung des inneren Kühlerrohres überspannen und beim Wiedereinsetzen des Kühlers die Unterseite der Tubuswand berühren. Dadurch wird die Bildung von Tropfen am Ende des Kühlerrohres vermieden, welche sonst beim Hineinfließen in das Siederohr Temperaturschwankungen bewirken, und die Flüssigkeit (das Kondensat) strömt nun längs den Fäden und der Tubuswand kontinuierlich ins Siederohr zurück ²⁾.

Das obere Ende des Kühlers wird sodann durch ein etwa 4 mm weites, kurzes dickwandiges Gummischlauchstück mit dem einen Ende eines gläsernen T-Rohres von etwa 5 mm Innenweite verbunden. Von den beiden anderen Enden des T-Rohres wird das eine mittels eines ebensolchen Gummischlauchstückes mit einem Manometer, das andere mit einer etwa 10 Liter fassenden leeren Flasche verbunden.

An die große Flasche wird noch eine Saugflasche von etwa 1 Liter Inhalt, und an letztere eine Wasserstrahlluftpumpe angeschlossen; die Verbindung der beiden Flaschen miteinander kann durch einen zwischengeschalteten Glashahn mit enger einfacher Bohrung vermittelt oder unterbrochen werden ³⁾.

Das Manometer besteht aus einem beiderseits offenen U-förmig gebogenen Glasrohre von etwa 5 mm Innenweite und 50 cm Schenkellänge, welches mit etwas Indigokarmin gefärbtes Wasser enthält ⁴⁾; an dem Rohre ist eine Skala aus braunem Millimeterpapier mit einem Klebstoffe befestigt. Das Manometer muß vertikal aufgestellt sein und der Flüssigkeitsmeniskus vor dem Versuche in beiden Schenkeln auf gleicher Höhe stehen.

Der Siedeapparat wird mit Gas geheizt unter Benutzung eines Mikrobrenners, die Kühlung erfolgt mit strömendem Leitungswasser. Wenn die konstante Siede-

¹⁾ Flüssigkeiten mit höheren Siedepunkten als 100° C wurden noch nicht untersucht.

²⁾ Die Verwendung von Zwirnsfäden am unteren Ende des Kühlers sowie des vorhin beschriebenen Wärmeschutzes ist auch bei Molekulargewichtsbestimmung nach der Beckmannschen Siedemethode sehr zu empfehlen, wenn der einfache Beckmannsche Apparat benutzt wird.

³⁾ Die Öffnung der großen Flasche ist durch einen Korkstopfen verschlossen, in welchem zwei Glasrohre von etwa 5 mm Innenweite stecken, an denen die Enden der Gummischlauchstücke vom Siedeapparate und von der Saugflasche sich befinden. Die Oberfläche des tief im Halse der Flasche sitzenden Korkes muß mit einer dicken Schicht Mendelejeffschen Kitt oder Siegellack luftdicht bedeckt werden.

⁴⁾ Noch vorteilhafter ist es, das Manometer mit Naphtha zu füllen.

temperatur sich einmal eingestellt hat, soll weder an der Gaszufuhr noch an der Kühlung etwas geändert werden.

Als Barometer kann ein kontrolliertes Aneroidbarometer dienen, welches noch 0,1 mm genau zu schätzen gestattet.

Im folgenden soll nun ein Versuch mit Wasser vollständig beschrieben und durchgerechnet werden.

Nach etwa halbstündigem Sieden des Wassers zeigte das Beckmannsche Thermometer konstante Temperatur an, und es konnte mit den endgültigen Ablesungen der Temperatur und des Barometerstandes begonnen werden.

Zeit	Beckmannsches Thermometer	Aneroidbarometer
0 Min.	3,668°	757,5 mm
3 „	3,666°	757,5 „
6 „	3,667°	757,5 „

Hiernach war die Siedetemperatur im Mittel 3,667°.

Nun wurde die Wasserstrahlluftpumpe in Tätigkeit gesetzt, ein konstanter Unterdruck von 305,0 mm Wasser (20° C) erzeugt, darauf der Verbindungshahn geschlossen¹⁾ und mit den Ablesungen am Beckmannschen Thermometer und am Barometer nach kurzer Zeit fortgefahren.

Zeit	Beckmannsches Thermometer	Aneroidbarometer
10 Min.	2,855°	757,5 mm
12 „	2,858°	757,5 „
14 „	2,858°	757,5 „
16 „	2,858°	757,5 „
18 „	2,857°	757,5 „
20 „	2,857°	757,5 „

Aus obigen Beobachtungen ergibt sich für die Siedetemperatur im Mittel 2,857°.

Darauf wurde der Siedepunkt beim Atmosphärendrucke (757,5 mm) kontrolliert und gleich dem früher gemessenen gefunden²⁾.

Die Temperaturerniedrigung betrug somit: 3,667° - 2,857° = 0,810°. Nach Anbringung der Kaliber- sowie der Gradwertkorrektion für das benutzte Beckmannsche Thermometer betrug die Temperaturerniedrigung 0,8376° (korr.).

Bekanntlich ist nun

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\lambda}{TM(v-v')} \dots \dots \dots (1)$$

wo λ die molekulare Verdampfungswärme, M das Molekulargewicht und v bzw. v' die spezifischen Volumen von Dampf bzw. Flüssigkeit bedeuten.

Aus (1) erhält man, wenn v' gegen v vernachlässigt werden darf und wenn die Gleichung für ideale Gase:

$$pMv = RT, \dots \dots \dots (2)$$

angewendet wird:

$$\lambda = \frac{RT^2}{p} \frac{dp}{dT} \dots \dots \dots (3)$$

Für den vorliegenden Fall mit Wasser kann λ aus folgenden Daten berechnet

¹⁾ Nach Schließung des Verbindungshahnes beginnt der Unterdruck allmählich sehr langsam nachzulassen. Daher muß der Verbindungshahn von Zeit zu Zeit ein wenig aufgedreht und die überschüssige Luft aus dem Apparat entfernt werden, was augenblicklich geschieht, wenn die Wasserstrahlluftpumpe ununterbrochen weiterarbeitet. Der Unterdruck kann leicht so reguliert werden, daß die Schwankungen nicht mehr als $\pm 0,2$ mm Wasser betragen.

²⁾ Falls der Barometerstand während des Versuches merklich sich geändert hat, muß der Versuch wiederholt werden, was jetzt nur noch 15 bis 20 Minuten Zeit beansprucht, oder es kann bei sehr geringen Änderungen des Barometerstandes (kontinuierlichem Fallen oder Steigen) das Mittel aus den beiden Beobachtungsreihen des Siedepunktes beim Atmosphärendrucke genommen werden.

werden: $dp = \frac{305,0 \times 0,9982}{13,596} = 22,39$ mm Hg; $dT = 0,841^\circ$; $p = \frac{757,5 + 735,1}{2} = 746,3$ mm Hg, welchem Drucke $T = 372,6^\circ$ entspricht¹⁾; $R = 1,987$ cal.

Hieraus folgt: $\lambda = \frac{1,987 \times 372,6^2}{746,3} \times \frac{22,39}{0,8376}$ cal. = 9880 cal. (bei $99,5^\circ$ C).

Nun hat bei $99,5^\circ$ C die kalorimetrisch gemessene Verdampfungswärme, bezogen auf ein Mol Wasser, den Wert 9706 cal.²⁾ Die Differenz von 174 cal. oder 1,8% ist aber nicht auf Versuchsfehler zurückzuführen, sondern sie wird dadurch bedingt, daß das mittlere Molekulargewicht des Wasserdampfes infolge von Assoziation eines Teiles der Wasserdampfmoleküle bei $99,5^\circ$ C größer ist als 18,02.

Das mittlere Molekulargewicht M läßt sich aus (2) berechnen:

$$M = \frac{RT}{pv} \dots \dots \dots (4)$$

Wenn in (4) der Druck in Atmosphären und das Volumen in Litern gerechnet wird, dann ist $R = 0,08207 \frac{\text{Liter} \times \text{Atm.}}{\text{Grad}}$; ferner ist $p = \frac{746,3}{760}$ Atm., $T = 372,6^\circ$ und $v = 1,700$ Liter³⁾.

Hieraus ergibt sich dann $M = \frac{0,08207 \times 372,6 \times 760}{746,3 \times 1,700} = 18,32$.

Das Verhältnis des mittleren Molekulargewichts bei $99,5^\circ$ C zum theoretischen ist daher $\frac{18,32}{18,02} = 1,017$, und das mittlere Molekulargewicht ist um 1,7% größer als das der chemischen Formel H₂O entsprechende.

Die nach obiger indirekter Methode bestimmte molekulare Verdampfungswärme muß demgemäß nicht um 1,8%, wie vorhin gefunden wurde, sondern um 1,7% größer sein als die kalorimetrisch gemessene Verdampfungswärme, bezogen auf ein Mol.

Die Versuchsfehler betragen hier bloß + 0,1% und waren auch in anderen Versuchen mit Wasser und mit anderen Stoffen nicht größer als einige Promille.

Somit dürften im Falle der Untersuchung von Stoffen, die im Dampfzustande nicht assoziiert sind, die Versuchsfehler kaum einige Zehntel Prozent übersteigen.

Im anderen Falle muß der Gesamtfehler bei Nichtberücksichtigung der Assoziation größer sein. Doch ist der Assoziationsgrad vieler im Dampfzustande assoziierter Stoffe beim Siedepunkte beim Atmosphärendrucke ebenso wie der des Wassers immerhin nicht bedeutend, weshalb die vorliegende Versuchsanordnung in vielen Fällen bei solchen Stoffen eine sehr bequeme Bestimmung der Verdampfungswärme nur mit einer geringeren Genauigkeit von einigen Prozenten ermöglichen dürfte.

Endlich sei noch besonders darauf hingewiesen, daß die Versuche so leicht und schnell auszuführen sind, daß sie sich auch gut als Übung und zur Demonstration eignen.

Einfache Demonstrationsversuche zur Theorie des Flettner-Rotors und über die Anwendungen des Kreisels⁴⁾.

Von O. Michaelis in Duisburg (Oberrealschule).

1. Bei der Besprechung der Lichtbrechung wird meist der einfache Versuch angestellt, daß man den angezündeten Bunsenbrenner vor den Projektionsapparat setzt und die durch die erwärmte aufsteigende Luft erzeugten Schlieren im Lichtkreise auf dem Projektionsschirm beobachten läßt.

¹⁾ Vgl. LÄNDOLT-BÖRNSTEIN, Phys.-chem. Tabellen, 5. Aufl., S. 1322.

²⁾ Vgl. a. a. O., S. 1478.

³⁾ Vgl. a. a. O., S. 1323.

⁴⁾ Anmerkung der Schriftleitung: Der Aufsatz wurde bereits vor dem Erscheinen des Beitrages von H. KNOLL, Aerodynamische Versuche (diese Zeitschr. 38, 236, 1925) eingesandt.

Dieser Versuch brachte mich auf den Gedanken, die Schlierenbildung zum Nachweis der Luftströmungsverhältnisse an dem rotierenden Flettnerschen Zylinder zu benutzen. Ich stellte mir auf einem Grundbrett von der Größe 17×20 cm (Fig. 1 a und 1 b) einen Lagerbock her, auf dem ich eine Holzwalze von etwa 3 cm Stärke und 15 cm Länge, die an einem Ende eine Rinne für einen Schnurlauf trug, mit Stricknadelstücken in Blechlagern leicht drehbar anbrachte. Der Antrieb erfolgte durch ein etwas größeres Schnurlaufrad, das mit einer kleinen Handkurbel gedreht werden konnte und an einem seitlich stehenden Ständer mit einer Rundkopf-Holzschraube als Achse befestigt war.

Die Vorrichtung wurde vor das Objektiv des Projektionsapparates gestellt derart, daß die Achse der Walze in die Richtung der Lichtstrahlen kam und sich der Querschnitt der Walze als Schattenkreis projizierte.

Quer unter die Walze setzte ich den Brenner zum Tyndallschen Kontraktionsapparat, über dessen Flammen sich ein breites Schlierenfeld zeigte. Setzt man die Walze in nicht zu schnelle Umdrehung, so kann die Störung der Symmetrie im Sinne der Umdrehungsrichtung deutlich beobachtet werden.

2. Daß beim Flettner-Rotor Bewegungskomponenten quer zur Windrichtung auftreten, kann mit verhältnismäßig einfachen Mitteln auf folgende Weise nachgewiesen werden.

Als Windquelle kann ein Ventilator benutzt werden; man kann sich aber auch 4 Blechflügel von etwa 15 cm Länge auf eine runde, in der Mitte passend durchbohrte Holzscheibe schrauben und diese auf die Schwungmaschine mit oder ohne Elektromotor setzen. Als Flettnerwalze benutze ich einen Pappzylinder von etwa 4 cm Stärke und 20 cm Länge. An den Enden sind im Innern mit kleinen Nägelchen passende Holz-scheibchen befestigt, auf welche leichte Blechscheiben von 8 cm Durchmesser gesetzt sind. An einem Ende ist außerdem noch eine Schnurlaufscheibe aus Holz angebracht (Fig. 2).

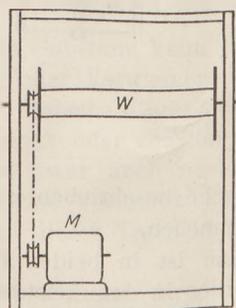


Fig. 2.

Die Walze liegt in etwa 20 cm Höhe in einem Holzgestell von 22 cm Breite und 30 cm Höhe. Als Achse dienen Stricknadelstücke, als Lager passend durchbohrte Blechstücke. Zum Antrieb der Walze kann ein kleiner Spielzeug-elektromotor benutzt werden, der unter der Walze auf dem Grundbrett des Gestelles befestigt wird. Sehr geeignet hierfür sind die kleinen Motore für 110 oder 220 Volt Spannung — Gleich- und Wechselstrom, also aus der Lichtleitung speisbar —, die 1924 vor Weihnachten in den Spielwarengeschäften auftauchten. (Preis 1924 RM. 25.)

Die ganze Vorrichtung einschließlich Motor setzt man auf eine Schale einer Tafelwage (Fig. 3), klemmt den Zuleitungsdraht des Motors mit einigem Durchhang bis zum Motor in ein Bunsengestell ein und bringt die Wage durch Gewichte auf der anderen Schale ins Gleichgewicht. In etwa 30 cm Entfernung von der Wage stellt man den Ventilator derart auf, daß die Achse des Ventilators in derselben Höhe liegt wie die Achse der Walze und der Luftstrom senkrecht zur Achse der

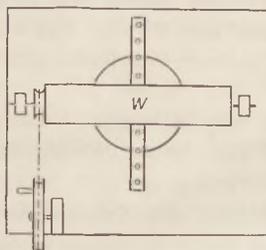


Fig. 1 a.

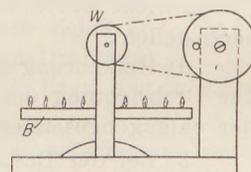


Fig. 1 b.

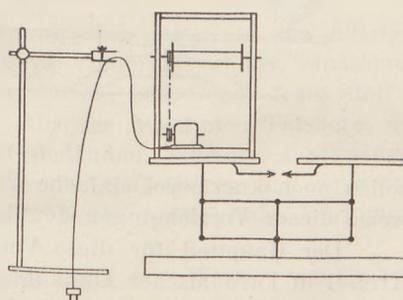


Fig. 3.

Walze auftrifft. Sollte durch den Winddruck auf die Wagschale das Gleichgewicht gestört werden, so ist durch einen dazwischen gestellten Schirm der Wind von der Wagschale abzuhalten.

Mit der Vorrichtung werden nun die folgenden Versuche angestellt:

- a) Wind bei stehender Walze: Wage bleibt im Gleichgewicht.
- b) Rotierende Walze ohne Wind: Wage bleibt ebenfalls im Gleichgewicht (von geringfügigen Erschütterungen durch den laufenden Motor abgesehen).
- c) Rotierende Walze mit Wind: Das Gleichgewicht wird deutlich gestört (8 g Übergewicht waren bei meiner Vorrichtung notwendig, um das Gleichgewicht wieder herzustellen).
- d) Umkehrung der Windrichtung (Ventilator auf die entgegengesetzte Seite) oder der Drehrichtung der Walze (gekreuzte Antriebsseil): das Gleichgewicht wird in der entgegengesetzten Richtung gestört.

3. Bei der Besprechung des Kreisels wird wohl in der Regel seine Anwendung beim Kreiselkompaß und beim Schlingerkreisel von SCHLICK erwähnt. Im folgenden

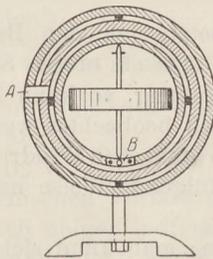


Fig. 4.

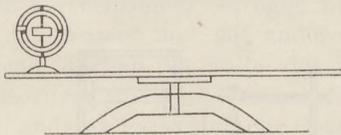


Fig. 5.

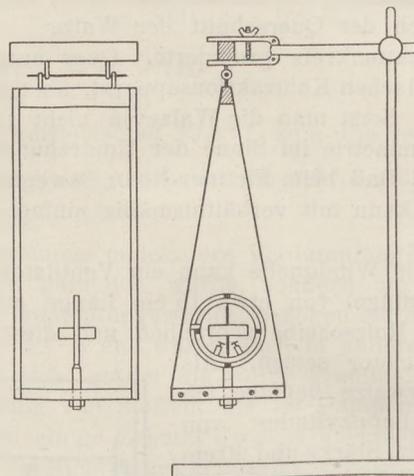


Fig. 6.

sollen noch kurz zwei einfache Versuche beschrieben werden, welche die Wirkungsweise dieser Vorrichtungen deutlich machen.

Der Hauptteil für diese Versuche ist in beiden Fällen der Bohnenberger'sche Kreisel in kardanischer Aufhängung, der in den meisten Sammlungen vorhanden sein dürfte (Fig. 4). Die beiden äußeren Ringe der Aufhängung werden durch einen herumgelegten Streifen *A* aus dünnem Konservenbüchsenblech fest miteinander verbunden und zur Demonstration des Kreiselkompasses außerdem noch das kleine Übergewicht *B* am unteren Teile des inneren Ringes abgenommen. Der Kreisel wird alsdann am Rande einer in horizontaler Ebene drehbaren Scheibe derart aufgestellt (Fig. 5), daß die Achse der Drehscheibe in der Ebene der äußeren Ringe des Kreisels liegt. Die Drehscheibe soll die in der Richtung ihrer Achse zusammengedrückte Erde darstellen; der Kreisel kann sich also mit dem inneren Ringe in einer Tangentialebene zur Erde für einen Punkt des Äquators drehen. Versetzt man den Kreisel in Rotation, während die Drehscheibe stillsteht, so bleibt die Kreiselachse in jeder Lage in Ruhe; sobald man aber die Drehscheibe in Rotation versetzt, stellt sich die Kreiselachse sofort parallel zur Drehachse der Scheibe ein.

Sehr geeignet als Drehscheibe ist die zum Fahrradkreisel (Leppin & Masche) gehörende Drehscheibe; es genügt aber auch eine passende Blech- oder Holzplatte, die auf der Schwungmaschine befestigt wird.

4. Die Wirkungsweise des Schlickschen Schiffskreisels läßt sich recht auffällig folgendermaßen zeigen.

Als Schiffskörper dient ein Holzpendel mit Stangen (Fig. 6), dessen Grundbrett etwa 12×12 cm groß ist und dessen Seiten (etwa 35 cm lang) fest mit dem Grundbrett verschraubt sind. Auf der Mitte des Grundbretts ist in einer passenden Durchbohrung der von seinem Fuß abgenommene Bohnenbergersche Kreisels mit seiner Schraube befestigt derart, daß die Ebene der auch hier wieder fest miteinander verbundenen äußeren Ringe mit der Schwingungsebene des Pendels zusammenfällt. Der innere Ring des Kreisels ist unten beschwert, indem zwei Polanschlußklemmen (Fig. 7) für Bleche mit ihren Schlitzen unten am Ring festgeschraubt sind. Das Pendel hängt mit zwei Drahtösen an einer Stricknadel, die in zwei Drahtösen an einem Holzstück liegt, das in einem feststehenden Bunsengestell befestigt ist.

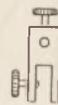


Fig. 7.

Läßt man das Pendel bei stillstehendem Kreisels pendeln, so schwingt es regelmäßig und kommt nach einer größeren Zahl von Schwingungen (etwa 30) zur Ruhe. Versetzt man aber den Kreisels in Rotation und läßt alsdann das Pendel mit derselben Anfangsamplitude schwingen, so kommt es mit wenigen (etwa 5) ruckartigen Schwingungen zur Ruhe. Die Stöße, die das Pendel (also das Schiff) dabei auszuhalten hat, sind derart, daß bei nicht allzufester Verschraubung des Grundbrettes mit den Seitenbrettern die Verbindung gelockert wird. Der Schüler bekommt einen recht anschaulichen Begriff von den Anforderungen, die der Schiffskreisels an die Festigkeit des Schiffes stellt, das ja den Wellen nicht nachgeben kann und wie ein Wellenbrecher in der Brandung steht.

Versuche zur Volumenänderung beim Erstarren.

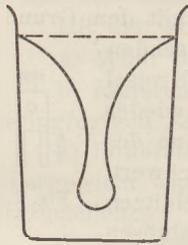
Von Dr. K. Krüse in Innsbruck.

Einleitung. Ob eine Substanz beim Übergang vom festen in den flüssigen Zustand eine Vergrößerung oder Verkleinerung ihres Volumens erfährt, entscheidet man gewöhnlich durch die einfache Untersuchung, ob der betreffende feste Stoff in seinem Schmelzflusse untersinkt oder schwimmt. Aus der bekannten Tatsache, daß das Eis auf Wasser — und zwar auch noch auf siedendem Wasser — schwimmt, schließen wir auf das abnorme Verhalten desselben beim Gefrieren und verweisen auf die bedeutsamen Folgen dieser Tatsache in der Natur (geologische Wirkungen des Eises).

Unter natürlichen Verhältnissen wird das Eis stets auf Wasser von nahezu 0° schwimmen. Werfen wir jedoch ein kleines Stück Wachs in geschmolzenes Wachs, so könnte hier der Zweifel auftauchen, ob das feste Wachs auch noch bei seiner Schmelztemperatur — wo es spezifisch leichter ist — untersinkt, d. h. ob das Untersinken eine Folge der Volumenvergrößerung beim Schmelzen ist oder etwa nur aus dem Grund erfolgt, weil bei Zimmertemperatur die Dichte des festen Wachses größer ist als bei Schmelztemperatur. Allerdings läßt sich aus der Tatsache, daß das Wachs bis zum vollständigen Schmelzen immer am Boden des Gefäßes liegen bleibt, auch hier erkennen, daß der feste Stoff auch noch beim Schmelzpunkte spezifisch schwerer ist als die Flüssigkeit. Dieses Bedenken kann natürlich bei Eis auf Wasser nicht geltend gemacht werden, denn wenn Eis auf wärmerem Wasser (über 8°) schwimmt, dann um so mehr auf solchem von Schmelztemperatur.

Der eingangs angeführte Versuch hat aber noch den besonderen Nachteil, daß er die Volumenänderung nicht unmittelbar vor Augen führt, und auch über die Größe der Änderung kein Urteil zuläßt, wie dies bei den folgenden zwei Versuchsanordnungen der Fall ist.

Volumenverkleinerung beim Erstarren. In einem kleinen Becherglase mit Volumenmarke schmelzt man im Wasserbade soviel Paraffin, daß es im flüssigen Zustand genau bis zur Marke reicht, bestimmt das Gewicht dieser Paraffinmenge und läßt sie dann langsam erstarren. Die Erstarrung beginnt an den Gefäßwänden und an der Flüssigkeitsoberfläche, welche bei weitergehendem Festwerden sich in der Mitte nach innen einbiegt, bis sich zuletzt im Innern des Paraffinblockes ein oben trichterförmiger, unten sackartiger Hohlraum gebildet hat (s. Figur). Das Volumen dieses Hohlraumes wird, da Wasser auf Paraffin keine ebene Oberfläche bildet, durch Anfüllen mit Wein- geist ausgemessen und gibt die Volumenverminderung des flüssigen Paraffins infolge Erstarrung und Abkühlung bis zur Zimmer- temperatur, die beim durchgeführten Versuche 10^0 betrug. Seine Ergebnisse waren:



Volumen des flüssigen Paraffins (Schmelzpunkt 54^0)	50 ccm
Gewicht des Paraffins	39 g
Volumen des beim Erstarren gebildeten Hohlraumes (Wein- geist aus 0,1-ccm-Bürette eingefüllt)	7,0 ccm

Daraus ergibt sich:

1 ccm Paraffin — fest bei Zimmertemperatur — vergrößert sein Volumen bis zum vollständigen Schmelzen um

$$7 : (50 - 7) = 7 : 43 = 0,16 \text{ ccm}$$

oder, wie meist angegeben wird:

1 g Paraffin vergrößert das Volumen um $0,16 : 0,9 = 0,18 \text{ ccm}$; das spezifische Gewicht des Paraffins, welches je nach dessen Herkunft verschieden ist, ergibt sich aus den oben angeführten Zahlen zu

$$s = 39 \text{ g} : 43 = 0,9 \text{ g.}$$

Diese durch ein einfaches Verfahren ermittelten Werte können zwar keinen Anspruch auf eine größere Genauigkeit machen, immerhin geben sie die Volumen- änderung auch zahlenmäßig wieder und ermöglichen graphische Darstellungen, wie solche bei AUERBACH (Physik in graphischen Darstellungen) und MÜLLER-POUILLET (Lehrbuch der Physik, Bd. 3, S. 460, 461) zu finden sind.

Aus den dort abgebildeten Schmelzkurven ersieht man, daß die Volumenzu- nahme von 0^0 bis zum vollständigen Schmelzen für 1 ccm Substanz bei Wachs 0,17 ccm, bei Stearin 0,13 ccm beträgt, zwei Werte, die dem hier für Paraffin gefundenen sehr nahe kommen und die Brauchbarkeit des angegebenen Verfahrens bestätigen.

Verfolgt man den Vorgang des Schmelzens bei Paraffin, Wachs, Stearin u. dgl. näher, so zeigt sich bei diesen Substanzen eine beträchtliche Zunahme des kubischen Ausdehnungskoeffizienten gegen den Schmelzpunkt hin. Nach RODWELL besitzt Paraffin folgende Ausdehnungskoeffizienten:

$0^0 - 16^0$	$\alpha_1 = 0,0005757$
$16^0 - 38^0$	$\alpha_2 = 0,0007037$
$38^0 - 49^0$	$\alpha_3 = 0,002576$
$49^0 - 61^0$	$\alpha_4 = 0,004398$

(LANDOLT-BÖRNSTEIN, Phys.-chem. Tabellen, 3. Aufl.).

Es wird also jener Betrag, um den sich die Substanz vom Erstarrungspunkt (54^0) bis zur Zimmertemperatur (10^0) noch weiter zusammenzieht, von dem beim Versuche gefundenen Wert für das Volumen des Hohlraumes in Abzug zu bringen sein. Dieser Betrag läßt sich aber folgendermaßen angenähert berechnen:

$$\begin{aligned} v_{54} &= v_{10} \cdot (1 + 6 \alpha_1) (1 + 22 \alpha_2) \cdot (1 + 11 \alpha_3) \cdot (1 + 5 \alpha_4) \\ &= v_{10} (1 + 6 \alpha_1 + 22 \alpha_2 + 11 \alpha_3 + 5 \alpha_4) = 1,07 v_{10}. \end{aligned}$$

Nachdem nun $v_{10} = 43$ ccm, ergibt sich für das Volumen beim Schmelzpunkt: $v_{54} = 1,07 \cdot 43$ ccm = 46 ccm, und somit verbleiben für die Volumenzunahme beim Schmelzen bzw. die Volumenverkleinerung beim Erstarren 4 ccm. Für eine graphische Darstellung dieser Verhältnisse berechnet sich unter Zugrundelegung des Anfangsvolumens bei 0° $v_0 = 100$ ccm:

$$\begin{aligned} v_{16} &= 100,92 \\ v_{38} &= 101,55 \\ v_{49} &= 105,44 \\ v_{54} &= 107,75; \end{aligned}$$

und da für 43 ccm Paraffin etwa 4 ccm die Zunahme beim Schmelzen betrug, so trifft es für 100 ccm ungefähr 9 ccm. Aus diesen Angaben ist die Kurve der Volumenzunahme leicht darzustellen.

Volumenvergrößerung beim Erstarren. Um auch das gegenteilige Verhalten des Wassers beim Gefrieren vorzuführen, eignet sich sehr gut folgender Versuch: Ein kleines Fläschchen (Tuschfläschchen von ca. 15 ccm Inhalt) wird mit luftfreiem, gefärbtem Wasser vollgefüllt und mit einem Kork gut verschlossen, durch den eine enge, genügend lange Glasröhre führt, die mit einer Papierskala versehen ist. Für einen messenden Versuch muß die Röhre zuvor durch Auswägen eines Flüssigkeitsfadens von bekannter Länge geeicht werden. Bei der verwendeten Röhre entsprach einer Länge von 1 mm das Volumen 6 cmm. Sodann bringt man das gefüllte Fläschchen zunächst in Schnee oder Eis, um das Wasser auf 0° abzukühlen, worauf dieses in der Röhre gerade noch hervorragen soll. Hernach kommt es für den Erstarrungsversuch in eine Kältemischung. In demselben Maße, wie jetzt die Eisbildung fortschreitet, steigt das Wasser in der Röhre empor und erreicht in kurzer Zeit eine ganz beträchtliche Höhe. Sobald die Eisbildung bis zum unteren Ende der Röhre fortgeschritten ist, tritt unter gut vernehmbarem Knall die Sprengung des Gefäßes ein, und ein weiteres Steigen der Flüssigkeitssäule kann nicht mehr stattfinden. Bei dem Versuche geschah dies nach einem Anstiege um 14 cm.

Will man jedoch die Volumenänderung messend verfolgen, so unterbreche man den Erstarrungsvorgang rechtzeitig und entferne das im Fläschchen noch vorhandene Wasser.

Ein Versuch ergab folgende Werte:

Gewicht des leeren Fläschchens	33,1 g
Gewicht des Eises samt Fläschchen	42,2 g
Gewicht des Eises allein	9,1 g

Steighöhe der Flüssigkeit in der Röhre: 130 mm; daraus: $130 \cdot 6 = 780$ cmm = 0,78 ccm.

Es haben sich also $9,1$ g = 9,1 ccm Wasser beim Gefrieren um 0,78 ccm ausgedehnt, mithin 1 ccm Wasser um

$$0,78 : 9,1 = 0,09 \text{ ccm.}$$

Da bei diesem Versuche alle Größen durch Wägung ermittelt werden, liefert er ein ziemlich genaues Resultat.

Besonders überraschend wirkt der Versuch, wenn man nach erfolgter Eisbildung das Fläschchen aus der Kältemischung in warmes Wasser bringt, worauf infolge Schmelzens des Eises sofort ein rascher Rückzug der Flüssigkeitssäule stattfindet. Ein solches „Thermoskop“ steigt also bei Abkühlung immerfort an, bei Erwärmung geht es konstant zurück, solange eben die Zustandsänderungen des Erstarrens bzw. Schmelzens andauern.

Noch wirkungsvoller gestaltet sich die Vorführung, wenn man zwei Fläschchen in ganz gleicher Zusammenstellung bereit hält, von denen das eine mit Wasser, das andere mit Weingeist gefüllt ist. Bringt man beide zugleich in die Kältemischung,

so tritt beim ersten ein Steigen, beim anderen ein Fallen des Flüssigkeitsfadens ein. Sobald dann die Gefäße aus der Kältemischung in das warme Wasser gebracht werden, kehren sich die Vorgänge um; das mit Wasser gefüllte Fläschchen zeigt ein rasches Zurückgehen, das andere ein beträchtliches Ansteigen.

Diese beiden hier beschriebenen Versuche konnten trotz ihrer Einfachheit und Brauchbarkeit für den Vortrag sowie für praktische Übungen in der Literatur nirgends gefunden werden und seien deshalb zur Durchführung empfohlen.

Auswahl lesenswerter Stellen aus Joh. Keplers Werken.

Von H. Hermann in Tübingen.

In den methodischen Bemerkungen zu den neuen preußischen Lehrplänen wird gefordert, daß gelegentlich einzelne Schriften hervorragender Forscher auf dem Gebiet der Naturwissenschaften im Urtext vorgelegt oder bedeutsame Stellen daraus aufgeschlagen und erklärt werden¹⁾. In diesem Sinn hat Verf. schon einmal auf einen kleinen englischen Text (CROOKES Lichtmühle, diese Zeitschr. **36**, 164) hingewiesen. Während diese leicht beiläufig abzumachen ist, erfordern KEPLERS Werke einen Kommentar.

Als solcher kommt zunächst in Betracht der letzte Band (Volumen VIII Pars II) der Opera omnia Joannis Kepleri astronomi ed. Frisch (Frankfurt 1871); da mit Hilfe einer Subskription herausgegeben, ist diese Ausgabe mehr als man sonst erwarten dürfte auch auf höheren Schulen zu finden; so besitzt, ungeachtet des Vorhandenseins der Universität, unsere nie sehr bemittelt gewesene Anstalt ein Exemplar zu eigen. Der Band bringt u. a. eine, vielleicht für die humanistischen Anstalten in Betracht zu ziehende, weil vielfach KEPLERS eigene Worte benutzende Lebensbeschreibung. (Deutsche Lebensbeschreibungen gaben JULIUS SCHALL in den Württembergischen Neujahrsblättern 1892 und SIEGMUND GÜNTHER in der Sammlung Geisteshelden 1896.) Man wird jedoch gewöhnlich für diese lateinischen Ausführungen zu wenig Zeit haben — übrigens lasse man sich den Band des Registers wegen jedenfalls mit ausfolgen —; daher wird im folgenden nur auf Stellen eingegangen, zu welchen deutsche Erklärungen vorhanden sind.

Eine größere Handschriftwiedergabe (Briefstück, lateinisch) ist in Band II. S. 12 der Ausgabe FRISCH enthalten.

1. Optik. KEPLERS optische Forschungen sind erläutert in der posthum erschienenen Physikalischen Optik von ERNST MACH (Leipzig 1921), S. 19—20; 43—47; 61—63; dazu Bildnis und Schriftprobe Tafel 2. Beide dort genannten Abhandlungen (Ad Vitellionem Paralipomena oder Astronomiae Pars Optica und Dioptrice) finden sich in der Ausgabe FRISCH in Band II; der Inhalt der ersteren ist Seite 126 zusammengestellt, derjenige der letzteren am schnellsten aus den Figuren zu übersehen. Man wird zuerst einen in seiner Form anregenden Irrtum über die Lichtgeschwindigkeit: Prop. V, Seite 132, bei FRISCH (Originalseiten sind bei MACH nachzulesen), dann das photometrische Grundgesetz Prop. IX, Seite 133 lesen können, dann vielleicht einen Blick in das mühsame Suchen nach dem Brechungsgesetz, ausgehend von dem nach VITELLO benannten ptolemäischen, tun lassen; KEPLERS Temperament zeigen zwei drastische Ausrufe (Seite 193, letzter Absatz; Seite 198, Schluß des vorletzten). Das unrichtige Keplersche, zweiteilige Gesetz, dessen zweiter Teil (Einführung einer goniometrischen Funktion) eine gute Vorstellung von den Wegen der Forschung gibt, steht Seite 198—200; dazu Anm. 29, Seite 409. Leicht ist wieder der Anfang der Dioptrice mit den bis heute für Schauzwecke im Gebrauch stehenden Keplerschen Versuchsanordnungen: optischer Trog und optische Scheibe, Fig. 2 und 3, bei MACH

¹⁾ Angeführt nach SCHWARZ (Südwestdeutsche Schulblätter 1926, S. 89).

Fig. 13 und 14, und der von MACH ausführlich gewürdigten Entdeckung des Satzes von der Totalreflexion, Propositio XIII, ed FRISCH, S. 530, sowie der Erfindung des astronomischen und terrestrischen Fernrohres, Problema LXXXVI, Seite 549 und LXXXIX, Seite 550, dazu der erste Absatz von KEPLERS Vorrede Seite 517 und die Anmerkung von FRISCH, Seite 572—574. Die von MACH Seite 61—63 erläuterten physiologischen Abschnitte sind schwieriger.

2. Astronomie. Hierzu hat LIETZMANN, Methodik des mathematischen Unterrichts III. Teil (Leipzig 1924), Seite 147, bereits einige Bemerkungen und Literaturangaben gemacht; letztere sind zu ergänzen durch den Hinweis auf den kurzen „Grundriß der theoretischen Astronomie und der Geschichte der Planetentheorien“ von JOHANNES FRISCHAUF in Graz, also einem zeitgenössischen Amtsnachfolger KEPLERS, 3. Auflage, 1922. Die darin empfohlene Abhandlung von GÖBEL, über KEPLERS astronomische Anschauungen und Forschungen, Halle 1871, halte ich nach Einsichtnahme nicht für übersichtlicher als die Gesamtausgabe FRISCH. Dagegen sind zu FRISCHAUF noch einige Notizen nötig, wenn man die von ihm dargestellten Gegenstände bei KEPLER sofort wiederfinden will (was auch durch GÖBEL nicht erleichtert wird).

a) Ptolemäisches System. Die Figur zur Erläuterung der Hauptbegriffe, bei FRISCH Fig. 1, ist bei KEPLER Fig. 118; die wahre Anomalie heißt bei KEPLER Coaequata.

b) Die Keplersche Aufgabe steht in der Astronomia Nova, de motibus stellae Martis, in der Ausgabe FRISCH Band III, Seite 411.

c) Die Keplersche Entdeckungsgeschichte, bei FRISCHAUF Ziffer 52—56, verteilt sich auf die Kapitel der Astronomia Nova folgendermaßen:

FRISCHAUF, 52, II	KEPLER, Caput XIII, XIV, LII
FRISCHAUF, 52, III	KEPLER, Caput XVI—XIX
Insbesondere ist FRISCHAUF, Fig. 12	KEPLER, Fig. 69 (andere Buchstaben)
FRISCHAUF, S. 128, Abs. 3, die 70 Versuche mit exzentrischen Kreisen	KEPLER, S. 245, Abs. 2, zum Lesen ge- eignet (5 Zeilen)
Der Ausdruck „stellvertretende Hypothese“ steht erst	KEPLER, S. 288 (hypothesis vicaria)
Der Wendepunkt der Forschung, die be- rühmte Unstimmigkeit von $8'$ (FRISCH- AUF, Seite 129 oben)	KEPLER, Caput XIX Schluß, S. 258, zum Lesen geeignet (4 Absätze)
FRISCHAUF, 53, S. 132, Abs. 1	KEPLER, Caput XXVI (S. 283) bis XXVIII
FRISCHAUF, 54, S. 132	KEPLER, Caput XXXIII, Überschrift und Sperrdruck (S. 301), zum Lesen ge- eignet; KEPLER als Vorläufer NEWTONS, jedoch noch unrichtige tangentielle Kraftvorstellung; Caput XXXIV, Über- schrift; vorletzter Absatz und Schluß- satz zum Lesen geeignet
FRISCHAUF, S. 133 oben	KEPLER, Caput XXXV
FRISCHAUF, S. 134, Abs. 3, Integralproblem	KEPLER, S. 322.

Zum Verständnis der Keplerschen Darstellung des Flächensatzes sind für den Übergang aus FRISCHAUF folgende Erläuterungen nötig:

FRISCHAUF, exzentrische Anomalie, ist bei KEPLER	Aequatio physica
„ wahre Anomalie LSP „ „ „	Aequatio tota
„ optische Gleichung SLO „ „ „	Aequatio optica, auch angulus ad planetam.

Der Flächensatz selbst steht bei KEPLER ganz unauffällig in der Mitte des Caput XL, bei FRISCH Seite 321, vorletzter Absatz, 5 Zeilen, zum ersten Mal; gegen das Ende dieses großen Kapitels, Seite 324, Abs. 2, 9 Zeilen, zum zweiten Mal, mit

Vorausnahme seiner genauen Gültigkeit für die Ellipse, welche bis dahin noch gar nicht erwähnt ist. Zum Lesen geeignet dazu der Schlußvers, welcher erst zeigt, daß KEPLER sich des Erreichten wohl bewußt ist (Seite 325 unten).

Der Weg zum ersten Gesetz ist in folgenden Stellen enthalten:

FRISCHAUF, 56, S. 136, letzter Absatz	KEPLER, Caput XLIV, XLVI
FRISCHAUF, 56, S. 138, Entdeckung der Ellipse durch glücklichen Zufall	KEPLER, Caput LVI, Abs. 2 (S. 384 - 385), zum Lesen geeignet, reizvoll
FRISCHAUF, 56, S. 140, Abs. 1	KEPLER, Caput LVIII, S. 399
FRISCHAUF, 56, S. 140, Abs. 2—4	KEPLER, Caput LVIII, S. 400. Hier steht zum ersten Male das „erste Gesetz“. Zum Lesen, von S. 399 letzte Zeile bis 400, Zeile 9
FRISCHAUF, 56, S. 140, Abs. 5	KEPLER, Caput LIX
FRISCHAUF, 56, S. 140, Abs. 6	KEPLER, Caput LXVII.

Die Harmonice mundi, welche das 3. Gesetz enthält, ist in Band V der Ausgabe FRISCH enthalten, das Gesetz steht im Liber V Caput III, wovon man zunächst die KEPLERS Sachen erläuternde Fig. 45 (S. 276) zeigen wird; der Wortlaut des Gesetzes folgt S. 279 (zum Lesen; bei FRISCH in Sperrdruck). Dazu die Erläuterung von FRISCH S. 484. Als Merkwürdigkeit kann man noch, um zu zeigen wie ernst es KEPLER mit der „Harmonie“ der Welt war, die musikalischen Notierungen S. 292—299 vorzeigen.

3. Ob sich aus der „Faßmessung“ oder aus den „Ulmischen Maßen“ etwas für die Stereometrie, aus dem „Geburtsjahr Christi“ (zu welchem die moderne Untersuchung von GERHARDT, Der Stern des Messias, 1922, als Erläuterung erforderlich wäre) etwas für die Geschichte eignet, muß ich anderen Amtsgenossen zu sagen überlassen.

Kleine Mitteilungen.

Fadenmodelle zusammengesetzter Wagen.

Von Wilhelm Volkmann in Berlin-Steglitz.

Zusammengesetzte Wagen werden in der Absicht gebaut, eine Plattform zu schaffen, auf die man die Last an beliebiger Stelle setzen kann, ohne daß Unterschiede bei den Wägungen auftreten. So einfach der Plan auch ist, nach dem die verschiedenen Hebel aufeinander wirken; an der fertigen Wage liest man ihn so leicht nicht ab. Zum

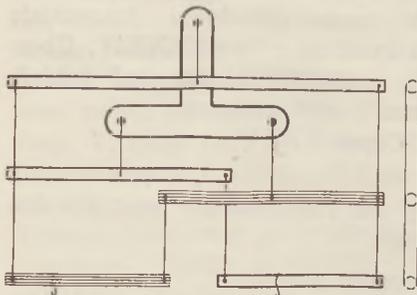


Fig. 1.

Schutze gegen Beschädigungen sind alle beweglichen Teile versteckt angebracht, so daß man sie nicht gleichzeitig beobachten kann. Außerdem sind die Verbindungen verschieden ausgeführt, teils durch unmittelbare Auflage der Schneide, teils durch Zugstangen und andere Zwischenstücke.

Um eine übersichtliche Darstellung der Wirkungsweise dieser Wagen zu finden, habe ich alle Verbindungen zwischen den Hebeln in gleicher Weise ausgeführt. Am zweckmäßigsten sind Fadenverbindungen, weil sie nur auf Zug

beansprucht werden können und daher kein Vorzeichenirrtum entstehen kann.

Figur 1 zeigt die ältere Form der oberhalbigen oder Tafelwaage. Der Träger für das Modell besteht aus zwei in Gestalt eines 'T' vereinigten Hölzern und kann durch irgend eine Vorrichtung an seiner Rückseite an dem Stab eines Statives

befestigt werden. Drei Zapfen, die in den Träger eingesetzt sind, haben je zwei senkrechte enge Löcher für die Fäden, an denen die drei Wagebalken hängen. Die Balken werden am bequemsten aus runden Stäben gemacht. Es ist nur möglich, alle Stäbe in derselben Ebene anzubringen, wenn man ein Fadenpaar durch irgend eine Sperrvorrichtung in der Mitte spreizt, so daß der tiefere der beiden kurzen Balken sich ungehindert zwischen diesen Fäden bewegen kann. In der Figur ist aber angenommen, daß die Balken nicht in einer Ebene liegen, sondern einer vor dem anderen spielt. Es ist dies wohl die übersichtlichere Anordnung. Zur Unterscheidung der Verbindungen ist eine Schale und der zugehörige Zwischenhebel dunkel gefärbt, was in der Figur durch Schraffen angedeutet ist. Auf die Hölzer, die den Schalen entsprechen, sind Haken gestreift, die leicht verschoben werden können. Die Länge der Fäden, die mit einem Knoten zu Schleifen gebunden sind, ist so bemessen, daß

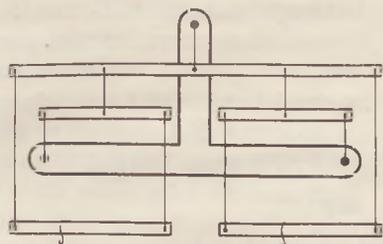


Fig. 2.

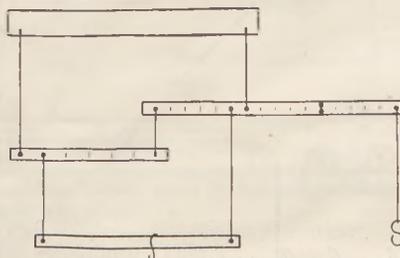


Fig. 3.

der Hauptbalken, die Zwischenbalken und die Schalen übersichtlich voneinander getrennt sind. Die Nebenfigur deutet die beiden Fadenschleifen am rechten Ende, ihren Durchgang durch die wagerechten Löcher in den Hölzern und ihre Knoten an.

Figur 2 zeigt die neuere Form der oberhalbigen Wagen. So werden die meisten in den Sammlungen befindlichen Wagen beschaffen sein, während die Bücher zumeist die alte Figur der vorher beschriebenen Form bringen. Das T-förmige Holz muß hier sehr viel größer sein. Da die Zwischenbalken nicht übereinander greifen, ist das Modell übersichtlicher als das erste und die Dunkelfärbung der einen Hälfte wohl nicht nötig. Für beide Modelle ist 40 cm Länge des Hauptbalkens angemessen. Ein geeigneter Werkstoff sind gezogene Buchenstäbe.

Figur 3 zeigt die Zusammenhänge der Dezimal-Brückenwage. Bei der Anfertigung dieses Modelles ist es gut, erst die kurzen Hebelarme durch zwei Bohrungen abzugrenzen und dann durch Auswägung mit dem in Betracht kommenden Lastenverhältnis den Ort für die anderen Bohrungen zu bestimmen. Dieses Modell kann man aus Besenstielen und starken Bindfäden so groß ausführen, daß es, schräg ins Türgerüst gehängt, zum Abwägen eines Schülers dienen kann, der an der „Brücke“ wie an einem Trapez hängt.

Zum Bohren der Löcher, die in jedem Stab parallel sein müssen, ist die in dieser Zeitschrift 24, 158, 1911 abgebildete Bohrmaschine besonders geeignet. Man benutzt in ihr Spiralbohrer, die von 0,1 zu 0,1 mm im Durchmesser steigend käuflich sind.

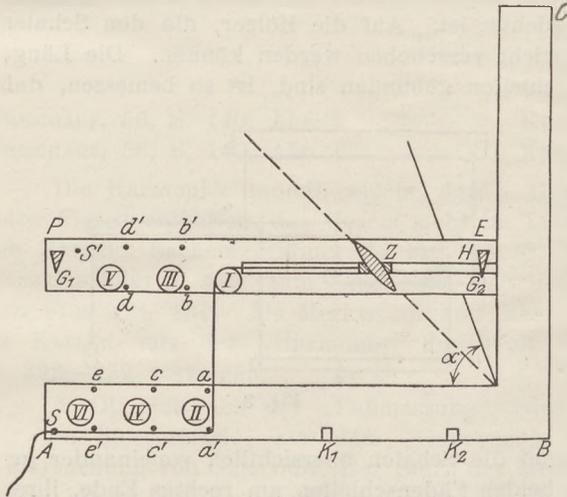
Apparat zur Veranschaulichung des Wegeparallelogramms.

Von Dr. M. Niemöller in Perleberg.

Die rechtwinklige Holzleiste ABC (siehe Figur) wird durch zwei Schraubzwingen K_1 und K_2 am Experimentiertisch befestigt. Parallel zu AB läßt sich eine Schiene DE vermittle der beiden Handgriffe C_1 und C_2 verschieben. Auf dieser Schiene ist eine Rille angebracht, in der ein Bleizylinder Z mit aufgesetztem Schiffchen gleitet. Auf der Schiene sind die Rollen I, III, V von 2 cm Durchmesser befestigt. Ihnen

gegenüber, aber um 2 cm verschoben, befinden sich auf der Leiste die Rollen *II*, *IV*, *VI*.

In der Anfangslage liegt die Schiene *DE* der Leiste *AB* an. Der Zylinder ist am Ende der Rille in *H*. Das am Zylinder befestigte Fadenende ist über Rolle *I* geführt und an dem Stift *a* befestigt. (Der Faden wird um *a* geschlungen, dann über den Stift *a'* zu einer Klemmschraube *S* geführt.) Bewegt man die Schiene *DE* parallel zu *AB*, so bewegt sich der Zylinder gleichzeitig in Richtung *BA* und senkrecht dazu in Richtung *BC*; er beschreibt also den durch die punktierte Linie angegebenen Weg:



die Diagonale eines Quadrats. Bringt man Schiene und Zylinder in die Anfangslage zurück, führt den Faden über Rolle *I* und *II* und befestigt ihn bei *b* (indem man den Faden um *b* schlingt und über *b'* zur Klemmschraube *S'* führt), so ist der Weg, den der Zylinder bei einer Parallelverschiebung der Leiste durchläuft, in Richtung *BA* doppelt so groß wie senkrecht dazu. Das Schiffchen durchläuft also die Diagonale eines Rechtecks, dessen Seiten sich wie 2:1 verhalten. In ähnlicher Weise lassen sich Bewegungsparallelogramme herstellen mit den Seitenverhältnissen 3:1, 4:1, 5:1, 6:1. Es kommt bei der Bewegung nur darauf an, die

Hände gleichmäßig so zu bewegen, daß die Schiene *DE* parallel zu *AB* bleibt. Von einer besonderen Führung ist abgesehen, damit man auch schiefwinklige Parallelogramme mit dem Apparat herstellen kann. Zu dem Zweck muß man das Ende *E* der Schiene auf einer von *B* aus schräg verlaufenden Geraden bewegen, während gleichzeitig *DE* parallel *AB* bleiben muß. Die von *B* aus verlaufende Gerade, die mit *AB* den Winkel α bildet, zeichnet man mit Kreide auf dem Experimentiertisch auf. In dieser Weise lassen sich schiefwinklige Parallelogramme mit verschiedenen Seitenverhältnissen veranschaulichen. (Der Apparat ist von der Firma Leppin & Masche ausgeführt.)

Zum Segnerschen Wasserrad.

Von W. Horn in Ohligs.

Der Bewegungsantrieb beim Segnerschen Wasserrad liegt bekanntlich in dem überwiegenden Seitendruck auf der einen Seite des Ausflußarms. Andererseits muß die lebendige Kraft des ausströmenden Wassers diesem Druck entsprechen. Das Rad muß also still stehen, wenn der Wasserstrahl gegen eine mit dem Apparat fest verbundene Scheibe strömt. Dies läßt sich leicht durch einen Versuch zeigen. Man schiebe über die Ausflußarme je einen Ring, der einen Draht mit einer Scheibe trägt (s. Fig. 1). Solange das Wasser gegen die Scheibe strömt, bleibt das Rad in Ruhe; es beginnt aber sofort seine Rotation, wenn man den Draht mit der Scheibe zur Seite dreht.

Man kann diesen Versuch so abändern, daß sich die Scheiben automatisch in den Gang des Strahls stellen und wieder zur Seite treten. Zu diesem Zweck lege man um das Gefäß, in welches das Treibwasser geschüttet wird, einen Ring, an dem zwei Arme angelötet sind; an deren vorderem Ende werden 2 Drähte mit den Scheiben drehbar

(und zwar seitlich drehbar, in der Figur also nach links und rechts, s. Fig. 2) aufgehängt. Die Scheiben müssen bei stillstehendem Rad neben dem Wasserstrahl hängen. Dreht sich nun das Rad, so werden die Scheiben schließlich infolge der Zentrifugalkraft nach außen schwingen und in den ausströmenden Wasserstrahl treten. Das Rad verlangsamt seine Drehung, bis die Scheiben von selbst wieder zurückfallen. Dann beginnt das Spiel von neuem.

Um eine genaue Einstellung der Scheiben zu ermöglichen, hänge man die Drähte mit den Scheiben nicht direkt an die Arme des Rings, sondern an Hülsen, die sich über die Arme verschieben lassen. Kleine Gardinenstangen, wie man sie bei Scheibengardinen verwendet, sind zu diesem Zweck geeignet.

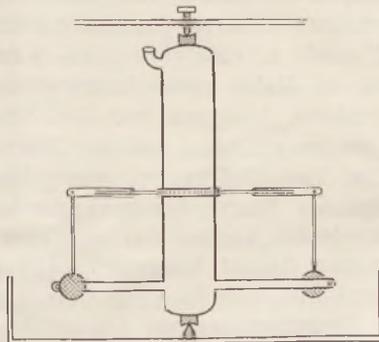


Fig. 1.

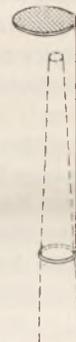


Fig. 2.

Eine Schülerübung über die Kristallisations- und Schmelzpunkte von Zinn und Blei.

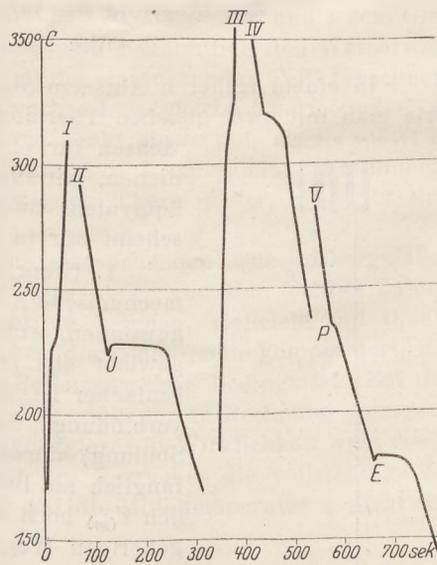
Von Friedrich Hofmann in Altenburg (Thür.).

Zinn und Blei sind leicht und wohlfeil in reinem Zustande zu beschaffen. Ihre Schmelzpunkte — Blei 327° und Zinn 232° — liegen noch im Bereiche der gewöhnlichen, bis 360° benutzbaren Quecksilberthermometer mit 1° Skala. Unter gleichmäßiger, vorsichtiger Erwärmung durch eine Gasflamme werden die reinen Metalle in Mengen von 20 g in Reagenzgläsern geschmolzen. Wir erhalten in den Kurven *I* und *III* eine graphische Darstellung der Schmelzversuche mit vertikaler Temperatur- und horizontaler Zeitachse. Hierbei treten deutlich Richtungsänderungen im Verlaufe der sonst gleichmäßig ansteigenden Kurvenzüge ein: Schmelzpunktsbestimmung.

Die Abkühlungskurven *II* und *IV* geben andererseits die Übergänge aus der flüssigen in die kristallisierte Phase an. In den Kurven *II* und *IV* sind die Haltezeiten der völligen Kristallisation der reinen Stoffe auch in ihrer Länge deutlich unterschieden. Beim Zinn tritt außerdem der Fall der Unterkühlung *U* mit etwa 5° ein.

Die geschilderten Versuche ergeben mit einer für Schülerübungen beachtlichen Genauigkeit den Schmelz- und Erstarrungspunkt für Blei zu nahe 320° , für Zinn nahe 230° . Aus der Länge der Haltezeiten ist aber auch ein Rückschluß auf die verschiedenen Erstarrungs- und Schmelzwärmen zulässig. Man zieht die Tangenten an die fallenden Äste der Kurven *II* und *IV* und ermittelt beim Zinn etwa 110 sec, beim Blei etwa 40 sec für die Kristallisationen der gleichen Mengen. Nach KOHLRAUSCH, Praktische Physik, Tabelle 10 verhalten sich aber die Schmelzwärmen von Zinn und Blei wie 14 zu 5.

Die Bestimmungen der Kristallisationspunkte von reinem Blei und reinem Zinn können auch in Übungen der Schüler leicht ergänzt werden durch Aufnahme einer



Abkühlungskurve von gutem Lötzinn (40% Zinn und 60% Blei). Die Abkühlungskurve V gibt bei 234° den Beginn der primären Kristallisation und bei 182° die eutektische Kristallisation an. Erst, wenn sich die noch z. T. flüssige Schmelze durch dauernde Auskristallisation von Blei längs $P-E$ auf einen Zinngehalt von 67% angereichert hat, erstarrt sie. Auch beim Arbeiten mit Lötzinn kann man die den Punkten P und E entsprechenden Kristallisationen beobachten. Es besteht die Möglichkeit, an Hand eines Konzentrations-Temperatur-Diagramms von Blei und Zinn¹⁾ thermische Analysen von Blei-Zinnmischungen unbekannter Zusammensetzung ausführen zu lassen. Das bei der Kurve V benutzte Lötzinn hatte nach dem Diagramm¹⁾ die vom Lieferanten angegebene Zusammensetzung mit etwa 40% Zinn. Den Nachteil des langen heraushängenden Fadens am Quecksilberthermometer wird man ebenso wie den Nachteil der benutzten geringen Mengen (20 g) erwähnen; andererseits kann man darauf hinweisen, daß gerade mit Hilfe der Kristallisationspunkte von Zinn und Blei eine Eichung aller Arten von Thermometern möglich ist.

Enge Reagenzgläser aus Jenaer Glas sind für die Schmelzversuche vorteilhaft, aber nicht unbedingt nötig. Das Schmelzgefäß kann mit einem weiteren Reagenzglas als Hülle während der Abkühlungsversuche umgeben werden. Drei Schüler arbeiten in einer Gruppe; wechselnd liest einer am Thermometer ab und leitet gegebenenfalls die Erwärmung, der andere ruft von 5 zu 5 sec die Zeit aus, der dritte notiert die erhaltenen Werte der Temperatur und der Zeit. Die Thermometer werden nach jeder Versuchsgruppe wieder ausgeschmolzen; Blei und Zinn haften nicht merklich am Glaskörper des Thermometers. Nur bei diesen Metallen darf man ohne Schutzhülle für das Thermometer arbeiten. Wegen der hohen Erwärmung erfordern die Versuche mit Blei unter Umständen die Hilfe des Lehrers. Man beginnt daher die Übung zweckmäßig mit den Versuchen am reinen Zinn.

Zur Messung des mechanischen Wärmeäquivalentes.

Von Dr. A. Wendler in Erlangen.

In einem früheren Aufsatz (diese Zeitschr. 34, 249, 1921) habe ich angegeben, wie man mit zwei gleichen Thermometern, deren zylindrische Quecksilbergefäße als Achsen für eine durch ein Gewicht bewegte Doppelkorkwalze dienen, mit ausreichender Genauigkeit das mechanische Wärmeäquivalent finden kann. Eine Vereinfachung dieser Methode scheint mir in folgender Weise möglich zu sein:



1. Ursprünglich wurde die für die Wärmegewinnung nötige mechanische Arbeit als Differenz einer Fall- und einer Hubarbeit gewonnen, wobei angeordnet war, daß das aufsteigende Spannungsgewicht ein in größerer Höhe ruhendes Gewicht mitnimmt. Einfacher ist die in beistehender Figur angegebene Gewichtsverbindung: das linke Spannungsgewicht p' ist (in seiner tiefsten Stellung) durch eine $l_{(m)}$ lange dünne Schnur mit einem anfänglich am Boden stehenden Gewicht p verbunden, das schließlich $l'_{(m)}$ hoch mit aufsteigt. Die zu den Gewichten P , p' und p gehörigen Wegstrecken sind der Reihe nach $l + l'$, $l + l'$ und l' , somit ist unter Vernachlässigung des Fadengewichtes die in Wärme verwandelte Nutzarbeit:

$$A = P \cdot (l + l') - p' (l + l') - p l'.$$

Man kann nun $P = p + p'$ wählen (z. B. $P = 300$ g, $p = 250$ g, $p' = 50$ g), dann wird sehr einfach $A = p \cdot l$. Das

¹⁾ HRYN und BAUER, Metallographie, II. Teil, S. 146 (Nr. 433 der Sammlung Göschen).

ist aber wegen der konstanten Schnurlänge l eine bei jeder Wiederholung des Versuches konstante Größe, der zufolge auch die erzielte Temperaturerhöhung Δt bei der Fallbewegung immer konstant sein müßte. Das kann zur Kontrolle und Mittelbildung in entsprechender Weise benutzt werden. (Steckt man die Doppelkorkwalze über ein Glasrohr, so daß sie sich leicht ohne Reibung dreht, so kann man durch Anhängen das kleine Gewicht p_0 bestimmen, das die Trägheit der Walze überwindet. Dieses auf P noch aufzulegende Zusatzgewicht ist klein genug, um bei Schülerversuchen vernachlässigt werden zu können.)

2. a) Die Bestimmung des Thermometerwasserwertes w erfolgt, nachdem Thermometer mit gleichem Wasserwert zur Verfügung stehen, am besten so: In einem geeigneten kurzen Glasgefäß (abgeschnittenes weites Reagenzrohr) befindet sich eine entsprechende (kleine) Menge Kalorimeterflüssigkeit mit kleinem spez. Gewicht und kleiner Wärmekapazität (Alkohol). Die Anfangstemperatur t dieser Flüssigkeit wird durch das eine der beiden Thermometer bestimmt, während das andere Thermometer durch leichtes Anwärmen seines Quecksilbergefaßes über einer abseits stehenden Flamme auf höhere Temperatur gebracht wird, die sich im Moment des Eintauchens zu T ergeben möge. Unter Umrühren findet man schließlich die Mitteltemperatur τ , indem man den Augenblick erfaßt, wo beide Thermometer die gleiche Ablesung liefern. (Nach der früheren Methode ergab sich τ weniger scharf.) Es ist jetzt also: $w \cdot (T - \tau) = w \cdot (\tau - t) + [c \cdot G + 0,2 \cdot B] \cdot (\tau - t)$, wo c und G spez. Wärme und Gewicht der Flüssigkeit, B das Gewicht des Reagenzröhrchens bedeuten. Damit ergibt sich

$$w = \frac{(\tau - t)(c \cdot G + 0,2 \cdot B)}{T + t - 2\tau} \quad \text{und} \quad A = x \cdot 2 \cdot w \cdot \Delta t.$$

Der Umstand, daß die hierzu verwendenden Schülerübungsthermometer in größerer Anzahl in ganz gleicher Bauart vorhanden sind, kann auf verschiedene Weise benutzt werden, um unter Zusammenfassung mehrerer Thermometer zu einem einzigen Eintauchkörper die Wasserwertbestimmung genauer zu gestalten.

b) Indem 1 ccm Quecksilber den Wasserwert $13,6 \cdot 0,034 = 0,46$ und 1 ccm Glas nahe den gleichen Wert $2,5 \cdot 0,19 = 0,47$ hat, kann man bekanntlich den Wasserwert des Thermometers einfach aus dem Volumen V (ccm) des eintauchenden Teils berechnen, etwa zu $0,465 V$. Befestigt man nun etwa 10 vorhandene gleiche Thermometer, zu einem Bündel zusammengefaßt, in einem Stativ und senkt sie so tief, als sie später in den Korken stecken, in ein Auslaufgefäß, so kann man V unmittelbar bestimmen. Wog z. B. das verdrängte Wasser 6 g, also 0,6 g je ein Thermometer, so ergibt sich $w = 0,465 \cdot 0,6 = 0,279$.

Bei der Bestimmung des Wasserwertes des eintauchenden Quecksilbergefaßes überwiegt der Quecksilberanteil gegenüber dem Glasanteil; von den beiden Zahlen 0,46 und 0,47 oben wäre daher die erstere mehr zu betonen, vielleicht mit 0,462. Indem man 0,465 nimmt, hat man im wesentlichen die Fehlerquelle kompensiert, die durch Vernachlässigung des Korkanteils an der Reibungswärme bedingt ist. Bei der ersteren Methode ist der Ausgleich dadurch erreicht, daß der in Rechnung gezogene Wasserwert $0,2 \cdot B$ oder genauer $0,19 \cdot B$ des Reagenzglases in Wirklichkeit wohl etwas zu groß genommen ist, da bei der kurzen Dauer des Versuches die vollständige Erwärmung des Becherglases (bzw. Reagenzglases) auf die Mitteltemperatur τ nicht anzunehmen ist.

Für die Praxis.

Einfaches Stellzeug. Von Studienrat **Eugen Maier** am Lehrerseminar in Backnang (Württemberg). — Stative zu optischen Versuchsanordnungen für Linsen, Tischchen u. ä. lassen sich leicht durch die Schüler in der Schülerwerkstätte herstellen. Man läßt ein etwa 30—40 cm langes Gas- oder Wasserleitungsrohr, Durch-

messer 20 mm, 3 mal der Länge nach, 10—15 cm lang aufsagen. (Auf die Naht achten!) Die so erhaltenen 3 Streifen ergeben ungeschmiedet einen Dreifuß. In das untere Drittel des Rohres gießt man zur Erhöhung der Standfestigkeit Blei ein. Am oberen Ende bohrt man in die Rohrwand ein Loch und schneidet für eine Stellenschraube ein Gewinde ein, so hat man billige praktische Stative.

Selbsterstellung eines Simon-Unterbrechers. Von Studienrat **Eugen Maier** am Lehrerseminar in Backnang (Württemberg). — In dieser Zeitschrift ist zweimal, Jahrgang 1922, S. 81 von W. GROSCH und Jahrgang 1923, S. 192 von Dr. ALBERT LOTZ die Selbsterstellung eines Simon-Unterbrechers beschrieben worden. Das Schwierigste ist die Herstellung des gelochten Einsatzes. Die Verwendung eines gewöhnlichen weiten Reagenzgläschens hierzu ist nicht zu empfehlen; ich habe auch die Erfahrung gemacht, daß dasselbe nach kurzer Zeit zerspringt. Auch die vorgeschlagene Verwendung von Porzellanschalen hat mir wenig zugesagt. Ich habe deshalb ein weites Reagenzglas aus schwerschmelzbarem Glas als Einsatz genommen. Da die Temperatur der Bunsenflamme nicht ausreicht, dasselbe hinreichend weich zu machen, benutzte ich die Stichflamme des Autogen-Schweißapparates einer Schlosserwerkstatt, um nach dem von W. GROSCH angegebenen Verfahren das Rohr unten seitlich zu lochen. Es gelingt das sowohl durch bohrendes Hineindrücken mit der glühenden spitzen Stricknadel als auch durch seitliches Ausziehen der Glasmasse mit der Nadel und nachheriges Abbrechen der Spitze. Das obere Ende des Röhrehens wurde auch glühend gemacht und der Rand ausgeweitet, um den Einsatz bequem ohne Gefahr des Durchfallens in das Loch einer über das Aquarienglas gelegten Holzbrücke stecken zu können. Ich fand diese Ausführung praktisch und das gelochte Röhrehen unbegrenzt haltbar.

Demonstration der elektrolytischen Leitung erhitzten Glases. Von **Wilhelm Westphal** in Berlin, zur Zeit Salem (Baden). — Folgender hübscher und einfacher Versuch scheint mir sehr wenig bekannt zu sein, so daß sich seine Mitteilung hier rechtfertigt. Bekanntlich wird Glas bei einer Temperatur von einigen hundert Grad leitend, und zwar handelt es sich um eine elektrolytische Leitung, entsprechend derjenigen im Nernststift. Dieser Versuch kann ohne jede Schwierigkeit überall gezeigt werden, wo man nur über einen elektrischen Anschluß verfügt.

Man versehe ein Stück Glasrohr durch Umwickeln mit Kupferdraht mit zwei Elektroden, die 1 bis 2 cm Abstand voneinander haben, und schalte das Rohr unter Vorschaltung einer Glühlampe an das örtliche Spannungsnetz. Dann erwärme man das Rohr zwischen den beiden Elektroden. Dazu genügt bereits eine Spirituslampe. Nach kurzer Zeit, noch ehe das Rohr glüht, bemerkt man das Auftreten heller weißer Funken, die von den Elektroden auf das Rohr übergehen; gleichzeitig beginnt die Glühlampe zu leuchten, und sehr bald gerät das Glasrohr in Rotglut infolge der auftretenden Jouleschen Wärme. Man kann nun die Flamme entfernen, ohne den Stromdurchgang zu unterbrechen. Meist schmilzt das Glasrohr nach einiger Zeit durch. Schließt man die vorgeschaltete Glühlampe durch einen parallel gelegten Schalter kurz, so gerät das Glasrohr sofort in helle Weißglut und schmilzt ab. Will man dies zeigen, so muß man natürlich, um ein Durchbrennen der Sicherungen zu vermeiden, einen Widerstand von geeigneter Größe vorschalten.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Ein einfacher Demonstrationsapparat für ultraviolette Strahlen. (Aus dem Laboratorium der E. Busch A.-G., Optische Industrie, Rathenow). Orig.-Bericht von Prof. Dr. F. HAUSER.

In der Augenoptik spielt die Abhaltung der ultravioletten Strahlung vom Auge, insbesondere bei Höhenwanderungen, bei Bestrahlung des Körpers mit künstlicher Höhensonne, bei den modernen Metall-Schweißverfahren und dergleichen mehr eine Rolle.

Während es sich in diesen Fällen in der Regel nicht nur um ein Abhalten der unsichtbaren ultravioletten Strahlung handelt, sondern auch um eine Schwächung blendenden sichtbaren Lichtes, haben neuere meteorologische Untersuchungen gezeigt, daß die ultraviolette Strahlung im Tageslicht in ihrer Intensität sehr viel stärker schwankt als die übrige Strahlung und selbst im Flachlande an klaren Tagen Werte erreicht, welche das mittlere Tagesmaximum von Davos überschreiten¹⁾. Man kann nicht von der Hand weisen, daß dadurch die Möglichkeit nachteiliger Einwirkungen der ultravioletten Strahlung auf das Auge gegeben ist. Aus diesen Überlegungen heraus werden neuerdings auch in Deutschland Brillengläser, wie z. B. die NG-Busch-Ultrasingläser erzeugt, welche lediglich die ultravioletten Strahlen abhalten, die sichtbaren aber fast ungehindert hindurchlassen, sich also äußerlich und in ihrer optischen Wirkung nicht von den bisherigen punktuell abbildenden Brillengläsern unterscheiden.

In dem Maße, als die Ultraviolettaborption Eingang fand — sei es nun bei farbigen Schutzgläsern oder nicht farbigen Brillengläsern —, stieg für den Optiker das Bedürfnis, seinen Kunden auch die Abhaltung ultravioletten Lichtes durch geeignete Gläser vor Augen zu führen.

Für diese Zwecke habe ich nun den folgenden einfachen Apparat bauen lassen, der mittels der Fluoreszenzerscheinung in anschaulicher Weise den Unterschied in der Durchlässigkeit verschiedener Glassorten für ultraviolette Strahlen zeigt.

In diesem Apparat (Fig. 1) dient als Quelle der ultravioletten Strahlung eine Nickelkohlen-Bogenlampe *L*, deren sichtbares Licht durch ein Schwarzglasfilter der Sendlinger Glaswerke (*B*) fast restlos zurückgehalten wird, während die

ultraviolette Strahlung von diesem Filter in weitestem Maße durchgelassen wird.

Das ultraviolette Licht trifft dann auf die fluoreszierende Platte *P*, die es zu hellem, gelblich-grünem Aufleuchten bringt. Diese Platte wird in der Weise hergestellt, daß auf eine Glasplatte mit Zaponlack angerührtes Uranylfluorid-Fluorammonium¹⁾ ausgegossen wird, auf das man nach dem Auftrocknen eine zweite Glasplatte als Deckglas bringt, worauf beide Glasplatten gemeinsam gefaßt werden.

Zwischen die fluoreszierende Platte *P* und das Filter *B* kann das Versuchsmaterial *G* eingeschoben werden. Je nach seiner Durchlässigkeit für ultra-

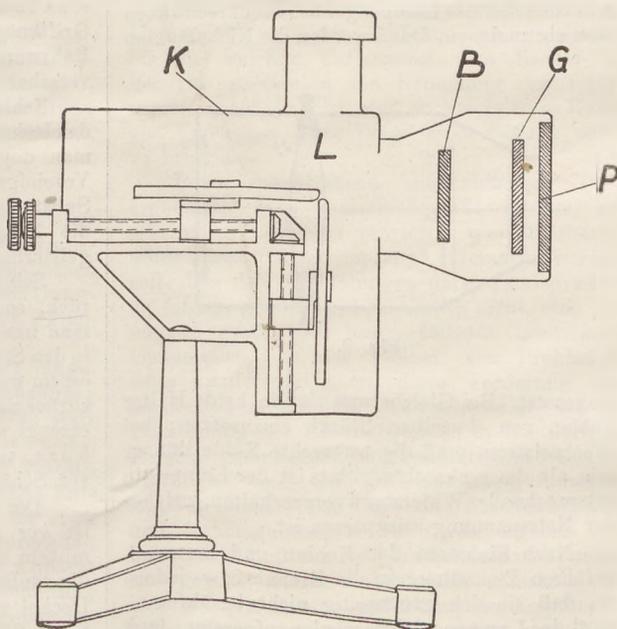


Fig. 1.

violette Strahlung erzeugt es auf dem Schirm *P* einen helleren oder dunkleren Schatten.

Die ganze Vorrichtung sitzt an einem lichtdichten Lampengehäuse *K*, das zum Auswechseln der Kohlen leicht abgehoben werden kann.

Auf die Fassung der fluoreszierenden Platte *P* kann noch ein schräg nach aufwärts gerichteter Betrachtungskasten aufgesteckt werden, der störendes Seitenlicht abhalten soll, um die Verwendung des Apparates auch in einem hellen Raume zu ermöglichen. Ferner sind Neigung und Länge des Kastens so bemessen, daß ultraviolette Strahlen, welche allenfalls die fluores-

¹⁾ Vgl. hierzu sowie zu dem unmittelbar folgenden: E. WEISS, Zur Frage nach der Schädlichkeit der ultravioletten Strahlung für das Auge. Zentralzeitung für Optik und Mechanik 46, S. 321/24, 336/37 und 353/54, 1925.

¹⁾ Hinsichtlich der besonderen Eignung von Uranylfluorid-Fluorammonium für Arbeiten mit ultraviolettem Licht vgl. W. STEUBING, Phys. Z. S. 26, 329/31, 1925.

zierende Platte durchsetzen, die Augen des Beobachters nicht unmittelbar treffen und bei längerem Hineinsehen nicht schädigen können.

Um die Unterschiede in der ultraviolettab absorbierenden Wirkung verschiedener Glassorten zu zeigen, sind dem Apparat zwei Schieber beigegeben, die an der Stelle *G* der Figur seitlich einzustecken sind. Der eine dieser Schieber hat eine Öffnung, die zur Hälfte mit gewöhnlichem Brillenglas und zur anderen Hälfte mit Ultrasinglas versehen ist, der andere Schieber hat zwei kreisrunde Öffnungen, in die man Brillengläser einlegen kann, die dann durch Federn festgehalten werden.

Der Raum zwischen dem Ultravioletfilter und der fluoreszierenden Platte ist so weit bemessen, daß man nach Herausnehmen des Schiebers auch andere Gegenstände wie fertige Brillen und Klemmer in den Strahlengang bringen kann.

Will man die Lampe in Gang setzen, so hat man zunächst das Lampengehäuse senkrecht nach oben abzunehmen. Dann werden die Nickelkohlen

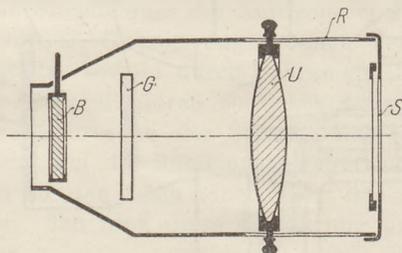


Fig. 2.

eingesetzt. Bei Gleichstrom sind in beide Halter Kohlen von derselben Stärke einzusetzen; bei Wechselstrom muß die wagrechte Kohle dünner sein als die senkrechte. Stets ist der Lampe ein entsprechender Widerstand vorzuschalten, welcher der Netzspannung anzupassen ist.

Nach Einsetzen der Kohlen und ihrer ungefähren Einstellung in die Brennweite — jedoch so, daß sie sich gegenseitig nicht berühren — wird das Lampengehäuse wieder aufgesetzt. Jetzt erst darf die Lampe an die Lichtleitung angeschlossen werden; ein früheres Anschließen bringt die Gefahr mit sich, daß der mit der Lampe Hantierende mit der elektrischen Spannung in Berührung kommt. Außerdem setzt er sich der Gefahr starker Blendung und bei längerem Hineinsehen in den ultravioletten Strahlen ausstrahlenden Lichtbogen eventueller Schädigung der Augen aus. Zündung und nachherige Regulierung der brennenden Lampe erfolgt in der üblichen Weise; es sei nur noch darauf aufmerksam gemacht, daß die Lampe eine gesonderte Verstellung beider Kohlen mit Hilfe der zwei Griffknöpfe gestattet.

Das für unsere Zwecke Wesentliche an dem beschriebenen Apparat ist der kegelförmige Ansatz mit dem Filter *B* und der Leuchtplatte *P*, während er im übrigen nichts anderes ist als eine normale, auf ein geeignetes Stativ geschraubte Projektionsbogenlampe.

Der in Fig. 1 dargestellte Ansatz eignet sich nur zur Vorführung der Absorption der ultravioletten Strahlen. Um den Apparat auch für die Vorführungen der Wirkungen dieser Strahlung verwendbar zu machen, ließ ich noch einen zweiten Ansatz nach Fig. 2 anfertigen, der an Stelle des ersten an das Lampengehäuse angeschraubt werden kann.

Das Filter *B* ist hier in einer Stiefassung befestigt, mittels deren es in einen entsprechenden Spalt eingesetzt oder nach Bedarf wieder aus ihm entfernt werden kann. In dem kegelförmigen Teil des Ansatzes ist bei *G* wieder ein Spalt zum Einbringen von absorbierenden Materialien. Auf dem Kegelförmigen kann wie in Fig. 1 eine Leuchtplatte für Absorptionsversuche befestigt werden oder das in Fig. 2 dargestellte Rohrstück, in dem sich eine auch für ultraviolettes Licht gut durchlässige Uviol-Glaslinse *U* von etwa 15 cm Brennweite befindet, die mittels zweier Griffknöpfe, deren Stiele durch Schlitze in der Rohrwandung nach außen gehen, in dem Rohre verschoben werden kann.

Schiebt man die Linse an das äußere Ende des Rohres, so konvergieren die Strahlen. Bringt man dann bei eingeschaltetem Filter *B* in den Vereinigungspunkt der Strahlen fluoreszierende Substanzen, so leuchten diese lebhaft auf. Auch die Fingernägel und die Haut erstrahlen in geisterhaftem Licht.

Schiebt man die Linse *U* entsprechend zurück, so erhält man parallele Strahlen. Bringt man nun bei eingeschaltetem Filter *B* das Auge in den Strahlengang, so sieht man ein Aufleuchten, einem weißlichen Nebel vergleichbar, das darauf zurückzuführen ist, daß im Auge Fluoreszenzlicht erzeugt wird. Man darf diesen Versuch nur sehr kurz, vielleicht 1—2 Sekunden, ausdehnen, um vor Schädigung des Auges sicher zu sein.

Der Zweck des parallelen Strahlenganges ist vor allem, mit möglichst einfachen Hilfsmitteln ein Spektrum zu entwerfen. Hierzu wird die äußere Öffnung der Röhre *R* mit einem Deckel verschlossen, in dem sich ein vertikaler Spalt *S* befindet. Dieser Spalt wird dann durch eine langbrennweite Linse (Brennweite etwa 30—50 cm) und ein Prisma auf einen einige Meter entfernten Schirm abgebildet, wo dann das Spektrum entsteht. Nimmt man einen fluoreszierenden Schirm — etwa eine Glasplatte, die wie die oben beschriebene Platte *P* (Fig. 1) präpariert ist —, so erhält man ohne Filter *B* anschließend an das farbige Spektrum ein breites ultraviolettes Spektrum, das sich durch gelbgrünes Aufleuchten des Schirmes kenntlich macht. Mit Filter *B* bekommt man lediglich das ultraviolette Spektrum. Will man dieses in möglichst voller Ausdehnung erhalten, so muß man das Prisma und die das Spaltbild entwerfende Linse aus Uviolglas anfertigen. Für Vorführungszwecke genügt es jedoch vollkommen, hierzu gewöhnliches Glas zu verwenden, da von ihm immerhin so viele ultravioletten Strahlen durchgelassen werden, daß das ultraviolette Spektrum etwa ebenso breit wie das sichtbare wird.

Ein weiterer Versuch, den man bei parallelem (oder nahezu parallelem) Strahlengang durchführen kann, ist das Signalisieren mit ultraviolettem Licht. Man stellt dazu im verdunkelten Raum den zur Erzeugung des Spektrums verwendeten Leuchtschirm in möglichst großer Entfernung vor der Lampe auf, nimmt von dem Lampenansatz den Deckel mit dem Spalt *S* ab und stellt die Linse *U* so ein, daß der Schirm möglichst hell aufleuchtet. Wenn man dann mit einer Pappe die Öffnung des Lampenansatzes in entsprechender Weise zuhält und wieder freigibt, so kann man ähnlich wie bei Heliographen usw. das Morse-Alphabet übertragen.

Als Stromstärke für die Bogenlampe genügen, wie noch erwähnt sei, 4,5 Amp.

Es ist mit dem beschriebenen Apparat möglich, in denkbar einfacher Weise ein anschauliches Bild von dem Wesen und der Wirkung der ultravioletten Strahlen zu geben.

Sowohl der ganze Apparat als auch die beiden Ansätze für sich, die an entsprechenden, bereits vorhandenen Bogenlampengehäusen leicht angebracht werden können, werden von der Firma Emil Busch A.-G., Optische Industrie, Rathenow, hergestellt.

Über einige Versuche für den Fernempfang der Deutschen Welle auf dem Lautsprecher (Schluß). Im Auftrage der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht ausgeführt und beschrieben von Dr. FRIEDRICH MOELLER.

Die bereits im vorigen Bericht¹⁾ angekündigten Versuche fanden in Lauenburg (Pommern) und in Friedeberg (Neumark) statt und ergaben nichts wesentlich Neues mehr, sondern erbrachten gewissermaßen eine Bestätigung der früheren Empfangsergebnisse. Die Entfernung der beiden Orte vom Sender ist etwa 350 bzw. 150 km. Eine nähere Besprechung dieser Versuche, die mit dem gleichen Apparat wie in Rhoydt ausgeführt wurden, dessen Schaltung im vorigen Heft dieser Zeitschrift angegeben ist, erübrigt sich. Zweckmäßig erscheint es jedoch, die erhaltenen Ergebnisse zusammenzustellen und kritisch zu würdigen und ferner noch einmal die Gründe zu erörtern, weshalb die Staatliche Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht sich zu diesen Versuchen veranlaßt sah.

Die Sendegemeinschaft „Deutsche Welle“ beschäftigt sich mit der drahtlosen Verbreitung belehrender Vorträge aller Art für einen größtmöglichen Zuhörerkreis und benutzt den Telephonie-Sender der Deutschen Reichspost auf Welle 1300, dessen Sendeleistung zur Zeit mit 18 Kilowatt angegeben wird²⁾. Die kleineren Rundfunksender,

die auf den Wellen 200 bis 600 Meter arbeiten, eignen sich nicht für den erwähnten Zweck, da sie, abgesehen von anderen Gründen, wirklich zuverlässig in Bezug auf ihre Hörweite nur innerhalb ihres Bezirkes sind, den man wohl auf etwa 100 km im Kreise schätzen kann. Während einerseits die Sendertechnik die Strahlwirkung des Senders möglichst intensiv zu machen hat, so muß andererseits die Empfangstechnik die Aufgabe lösen, wie am Orte des Empfängers das vorhandene Feld des Senders möglichst günstig auszunutzen ist. Für einen größeren Zuhörerkreis am Empfänger scheidet die Benutzung des Kopfhörers von vornherein aus; der Gebrauch des Lautsprechers wird notwendig, wodurch die technischen Schwierigkeiten ganz außerordentlich wachsen. Durch eine große Zahl von Anfragen aus allen Teilen des Reiches veranlaßt, stand die Staatliche Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht vor der Aufgabe zu ermitteln, bis zu welcher Entfernung vom Sender in Königswusterhausen die Benutzung des Lautsprechers möglich ist, und suchte in einer Reihe von Versuchen diese Frage einer Lösung nahe zu bringen.

Bevor nachstehend die einzelnen Teilergebnisse kurz zusammengefaßt werden, erscheint es nötig zu erörtern, was überhaupt unter „Lautsprecherempfang“ verstanden werden soll. Um den Darbietungen durch Lautsprecher zu folgen, genügt es bekanntlich nicht, eine genügend große, den Raum füllende Lautstärke herzustellen. In der Vielheit von Problemen beim Lautempfang ist diese Forderung am leichtesten zu erfüllen. Weit schwieriger ist die Darstellung der Übermittlungen in der nötigen Reinheit unter Fernhaltung von Luft- und örtlichen Störungen und den Überlagerungsgeräuschen anderer Sender. Die Luft- und fernelektrischen und fernmagnetischen Störungen ergeben die Forderung, daß das Feld des Senders nicht unter eine gewisse Stärke sinken darf, unterhalb der eine weitere Röhrenverstärkung im Empfänger keine Verbesserung, sondern eher eine Verschlechterung des Empfanges erzielt; die Ortsstörungen durch elektrische Motoren usw. können, wenn solche überhaupt vorhanden sind, durch Anordnungen im Empfänger erheblich gemindert werden, wengleich in besonders krassen Fällen durch sie ein Empfang unmöglich gemacht wird, was jedoch immerhin selten sein dürfte. Unter Empfang mit dem Lautsprecher soll im folgenden verstanden werden, daß die Lautstärke eine mehr als ausreichende ist, und daß jeder Zuhörer ohne irgendwelche Mühe den Ausführungen des Vortragenden mit völligem Erfassen ihres Inhaltes zu folgen vermag.

Die Schaltung des Apparates ist, wie bereits erwähnt, im vorigen Heft dieser Zeitschrift (S. 135) angegeben. Als Bedingungen bei der Konstruktion wurden leichte Bedienungsmöglichkeit und größtmögliche Reinheit der Abbildung auf-

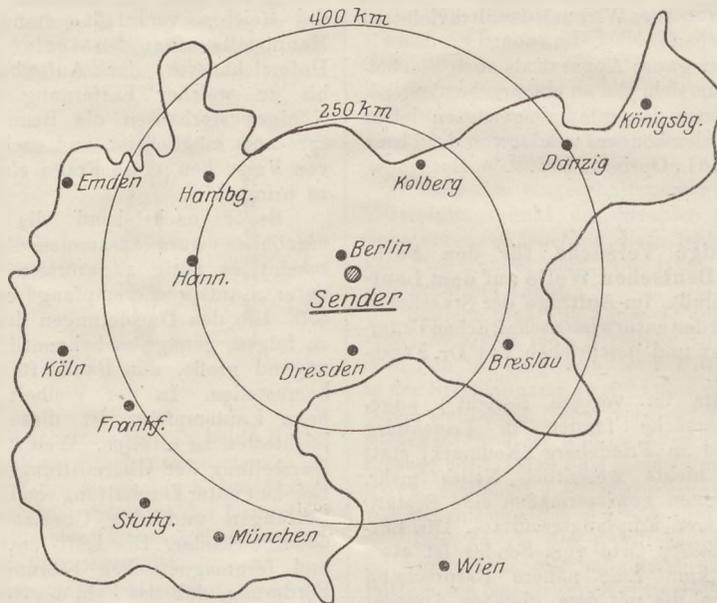
¹⁾ Siehe ds. Zeitschr. Heft III, S. 135; 1926.

²⁾ Wie verlautet, soll im Laufe des Jahres der Sender verlegt und seine Leistung auf 100 Kw. erhöht werden. Ersteres erscheint mir weit wichtiger als das Letztere, da in dem Antennengewirr von Königswusterhausen wohl eine gehörige Menge Energie stecken bleibt.

gestellt¹⁾. Als Verstärkungsmittel wurde die Widerstandskopplung gewählt, die eine erheblich höhere Reinheit als die Transformatorverstärkung erzielt und gegen örtliche Störungen weit unempfindlicher ist. Die Anordnung des Empfängers ist im übrigen: Hochfrequenzverstärkung, Audion, 3mal Niederfrequenzverstärkung.

Bei solcher Definition des Empfangs ergab sich etwa das folgende Resultat (siehe Figur) aus den Versuchen, die in Entfernungen von 150 bis 500 km vom Sender ausgeführt wurden: In einem normalen Klassenzimmer von durchschnittlich etwa 7 mal 10 Meter Fläche ist ein Empfang auf dem Lautsprecher mit 4 Röhren möglich innerhalb eines Radius von etwa 250 km, mit 5 Röhren innerhalb eines Radius von 400 km vom Sender Königswusterhausen. Wenn nicht

ganz besonders ungünstige örtliche Umstände vorliegen, so ist der Empfang unbedingt verlässlich, sobald eine einigermaßen gute Hochantenne vorhanden ist. Ausdrücklich sei festgestellt, daß sog. Empfangsschatten usw., ein Fabelwort, mit dem oft operiert wird, nicht vorhanden sind. Derartige Redensarten haben nur den Zweck, irgendwelche Fehler am Empfangsgerät zu verhüllen. Der Sender Königswusterhausen auf Welle 1300 bestreicht also tatsächlich verlässlich den größeren Teil des Reichsgebietes, und ist hier auf dem Lautsprecher hörbar zu machen¹⁾. Jenseits der 400 km-Grenze ist ein solcher Empfang sicherlich häufig, aber nicht immer, zu erwirken, da das Feld des Senders schwächer und schwächer wird und die Störungen mannigfaltiger Art oft nicht wirksam zu be-



kämpfen vermag. Hier wird nur irgendwelche Änderung am Sender Abhilfe schaffen können. Als Musterbeispiel dafür sei der Sender Daventry hingestellt, der in Rheydt (also in einer Ent-

¹⁾ Die einzelnen Ausmaße des Apparates, der an der Hauptstelle auch zu physikalischen Lehrzwecken verwandt werden soll, sind ungefähr folgende: Länge etwa 75 cm, Höhe 30 cm, Tiefe 30 cm. Der Empfänger ist in einen Kasten gesetzt, aus dem er ohne weiteres herausgenommen werden kann, so daß die inneren Teile bis in alle Einzelheiten sichtbar gemacht werden können. Die Leitungen sind farbig montiert, wodurch die einzelnen elektrischen Kreise genau und übersichtlich zu verfolgen sind. Da im Stromkreis jeder Röhre abgehört werden kann, sind etwaige eintretende Fehler leicht zu ermitteln. Alle zu bedienenden Teile sind an der vorderen Schaltung des Empfängers angebracht, so daß eine Erklärung vor einem Auditorium möglichst leicht ist.

fernung von über 500 km vom Sender) noch mit einer überlegenen Lautstärke in wirklich großartiger Reinheit zu hören ist.

Auf einen wesentlichen Faktor sei zum Schluß noch hingewiesen. Die Mängel der Übermittlung, soweit sie noch vorhanden sind, können nicht völlig der Empfangsseite aufgebürdet werden, sondern es bestehen auch auf der Senderseite noch technische Fehler, die den Empfang notwendig verschlechtern müssen. Die sog. „Besprechung“ des Senders ist technisch, wenn auch schon ausreichend, so doch noch keinesfalls ideal. Ihre weitere Vervollkommnung ist eine Frage der Zeit und vielleicht auch der Wirtschaftlichkeit. Wesentlich leichter muß jedoch m. E. eine andere technische Forderung zu erfüllen sein, nämlich die Technik des eigentlichen Sprechens. Es kommt heute bezügl. des Verstehens am Lautsprecher noch ganz außerordentlich darauf an,

¹⁾ Mit Kopfhörer hört man den Sender selbstverständlich weit über die Reichsgrenzen hinaus.

wer am Sender spricht. Eine peinliche Überwachung (will ich ruhig sagen) des Vortragenden in Bezug auf seine Aussprache erscheint unbedingt notwendig. Im Raum des Mikrophons sollte ein Schild hängen mit der Mahnung: langsam und deutlich und ohne jede Erregung sprechen. Ekstase und Forte der Stimme verträgt das Mikrophon weit weniger als der Lautsprecher. Die Vorträge richten sich in der Regel an den Verstand der Hörer, was voraussetzt, daß die Worte an sich ohne weiteres mühelos aufgenommen werden müssen. In größerer Entfernung vom Sender sind kurze Störungen irgendwelcher Art oft nicht zu vermeiden, so daß hin und wieder ein Wort verloren geht, dessen Sinn durch die nachfolgenden Worte mühelos ergänzt werden muß, wie das übrigens auch bei einem normalen Vortrag häufig geschieht. Auch hier wird doch oft die Forderung nach dem „Deutlich-Sprechen“ erhoben; mit um so größerer Berechtigung muß das also beim Rundfunkvortrag geschehen. Im Laufe der Versuche scheint in der Technik des Sprechens bereits eine wesentliche Besserung eingetreten zu sein, aber die Forderung kann nicht oft und nachdrücklich genug wiederholt werden.

Noch ein kurzes Wort über den sog. Saalempfang. Es soll ruhig gesagt werden: Ein guter Empfang, wie er hier verstanden ist, in einem großen Saal ist zur Zeit noch ein Problem, dessen restlose Lösung bis jetzt nicht gelungen ist. Gute Teilerfolge bestehen (auch im Verlaufe der Versuche), aber die einwandfreie Lösung dieser wichtigen Aufgabe ist noch der Zukunft vorbehalten.

Endlich sei auch ein Thema angeschnitten, wozu eine Reihe von Gesprächen, die während der Versuche bei den verschiedensten Gelegenheiten gepflogen worden sind, den Anlaß geben. Sehr oft, man kann fast sagen in der Regel,

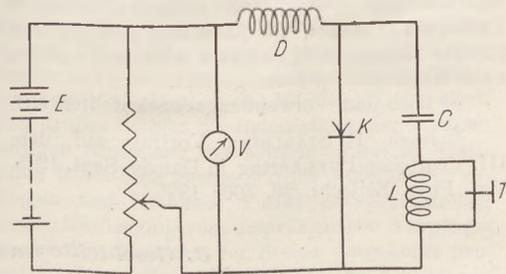
findet man die Meinung vertreten, daß der Empfangsapparat der beste sei, mit dem man möglichst viele Stationen hören könne. Eine Kritik über die Art der Wiedergabe wird in der Regel kaum geübt, vielleicht in der Meinung, daß hier doch keine großen Ansprüche gestellt werden können. Zu dieser Einstellung findet sich gewissermaßen eine Parallele in der Entwicklung des Automobils, dessen doch wirklich praktischen Nutzen anzuerkennen man sich zunächst standhaft weigerte, und es nur als Sport- oder Luxusmittel ansehen wollte. Ähnlich wird im Rundfunk die rein sport- oder amateurmäßige Einstellung des Findens möglichst vieler Stationen als Ideal hingestellt, während doch der Hauptzweck des Rundfunks die zuverlässige Übermittlung von Nachrichten jeder Art ist. Nicht die Frage sollte gestellt werden: mit welchem Apparat höre ich möglichst alle Stationen, sondern die andere: welcher Apparat übermittelt mir bei größter Zuverlässigkeit eine möglichst saubere akustische Abbildung, die einen wirklichen Genuß bietet. Für die kleineren Rundfunksender wird diese Forderung sich stets nur in ihrem näheren Umkreis verwirklichen lassen. Der Fernempfang aller dieser Stationen wird nur mehr von sportlichem Interesse sein können. Der Sender Königswusterhausen auf der Welle 1300 Meter ist, das haben die Versuche gezeigt, von weit größerer Durchschlagskraft und verlegt den zuverlässigen Empfang in Entfernungen ganz anderer Größenordnung. Er vermag die Nachrichten über einen großen Teil des Reiches zuverlässig und naturgetreu erhaltend zu tragen. Wie weit die mit ihm übermittelten Darbietungen einer großen Gemeinde von wirklich praktischem Nutzen werden können, das festzustellen war der einzige Zweck der Versuche, die in dieser Form, d. h. also methodisch, unseres Wissens zum ersten Mal durchgeführt worden sind.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Der „selbsttönende“ Kristall¹⁾.

Legt man in der Duddelschen Schaltung an Stelle der Kohlen als Elektroden einen Kristall mit einer Metallspitze als Gegenelektrode, so vermag eine an den Kristall gelegte positive Spannung ebenso hörbare Schwingungen zu erzeugen wie der Lichtbogen zwischen Kohlenelektroden. FR. SEIDL verwendet für diesen Versuch nachstehende Schaltung (Figur). Darin ist L eine Selbstinduktion von der Größe 0,1 Henry, C eine im Intervall 0,1 bis 1,1 variable Kapazität, D eine Drosselspule und T ein Telephon (Kopfhörer). Als Kristall dient natürliches Rotzinkerz mit einer Stahlspitze als negative Gegenelektrode. Die Spannung entnimmt man am besten einer Akkumulatorenbatterie. Schon bei 10 Volt Spannung setzen an günstigen Kristallstellen die Schwingungen ein, zuweilen je nach Güte

der Stelle auch erst bei höherer Spannung. Der Ton im Kopfhörer wächst mit zunehmender Spannung bis zu einem Maximum und wird



dann wieder schwächer, um bei einer Spannung, deren Höhe auch von der Güte der Kristallstelle abhängt, wieder zu verschwinden. Bei der gleichen Stelle ist der Reizwert sowie das Maximum stets konstant beobachtet worden. Man sollte an-

¹⁾ Nach FR. SEIDLs gleichnamiger Arbeit in Phys. Zeitschr. 27, 64; 1926.

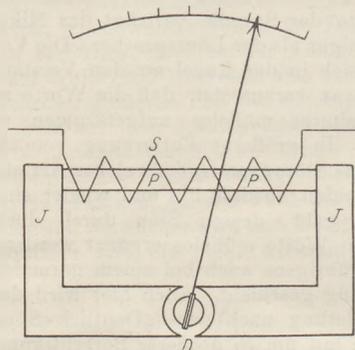
nehmen, daß die Schwingungszahl der Thomson-
schen Formel genügt. Das ist nicht der Fall.
Zwar ließ sich feststellen, daß mit zunehmender
Kapazität die Schwingungszahl kleiner, d. h. der
Ton tiefer wird, wenn die übrigen Versuchs-
bedingungen die gleichen bleiben. Aber die
Tonhöhe steigt auch mit zunehmender Spannung.
Man könnte glauben, daß, wenn ein auch nur
mikroskopisch kleiner Lichtbogen den Anlaß
dazu böte, die elektrischen Schwingungen
in akustische umgewandelt würden, zumal bei
stärkerem Aufdrücken der Stahlspitze auch von
der Kontaktstelle ein Tönen gleicher Frequenz
ausgeht. Aber selbst bei mikroskopischer Beob-
achtung ließ sich keine Lichterscheinung wahr-
nehmen. Auch spricht der Umstand gegen die
Annahme eines Lichtbogens, daß doch die Stahl-
spitze fest auf dem Kristall aufliegt und ohne
jedes Nachstellen derselben nach Ausschalten
der Spannung beim Einschalten der Ton unver-
züglich wieder einsetzt. *A. Wenzel.*

Über Dauermagnete¹⁾.

Die magnetischen Eigenschaften sind im
wesentlichen von seiner Modifikation und seinen
Zusätzen, wie Kohlenstoff, Chrom, Wolfram usw.
abhängig. Nachstehende Tabelle gibt für einige
zu Dauermagneten verwendete Stahlsorten die

wichtigsten magnetischen Eigenschaften, die
Remanenz und die Koerzitivkraft nach Angaben
von STÄBLEIN wieder.

Die Tabelle zeigt die hohe Güte der von
der Firma Krupp (Essen) patentierten Kobalt-
stähle mit dem Namen „Koerzit“.



Von den zur Kontrolle der magnetischen
Güte hergestellten Apparaten von KOEPEL-KATH,
WÜRSCHMIDT u. a. sei hier nur der letztere be-
sprochen, da er das Prinzip der Messungen gut
erkennen läßt. Sein Schema gibt die Figur
wieder. Ein 10 cm langes Stück *P* des zu unter-
suchenden Materials von bestimmtem, stets gleichem

Magnetische Eigenschaften einiger Stahllegierungen nach STÄBLEIN.

Legierung	Zusatz	Remanenz	Koerzitivkraft in Gauß	Güte = Remanenz × Koerzitivkraft
Kohlenstoffstahl	1% C	6700	50	335 000
Chromstahl	2% Cr	9000	60	540 000
Wolframstahl	5% W	9000	70	630 000
Kobaltmanganstahl „Koerzit III“ (Krupp)	10% Co + Mn	9000	100	900 000
Kobaltstahl „Koerzit II“ (Krupp) . .	20% Co	8000	160	1 280 000
„Koerzit I“ (Krupp)	30% Co	8000	220	1 760 000

Querschnitt wird in die Spule *S* zwischen die
beiden Flächen des Joches *J* gebracht. Durch
die Feldspule *S* wird kurze Zeit ein bestimmter
starker Strom geschickt, der das Probestück stark
magnetisiert. Der magnetische Kraftfluß bringt
eine Drehung der kleinen stromdurchflossenen
Drehspule *D* hervor. Ihr Ausschlag gibt ein Maß
für die Remanenz. Die Skala wird meist gleich
nach Kraftlinien pro cm geeicht.

Je nach dem Verwendungszweck richten sich

¹⁾ Nach F. STÄBLEINS Vortrag auf dem
III. deutschen Physikertag in Danzig Sept. 1925.
Vgl. Phys. Zeitschr. 26, 700; 1925.

die Eigenschaften, die man von Dauermagneten
verlangen muß. Kompaßnadeln verlangen ein
möglichst hohes magnetisches Moment zur Über-
windung der unvermeidlichen Reibungswider-
stände. Bei den Feldmagneten der Meßinstrumente
legt man Wert auf einen möglichst von Tempera-
turwechsel und Erschütterungen unabhängigen
konstanten Kraftfluß. Ähnliche Anforderungen
werden auch an Magnete für Telephone und
kleine Dynamos (Lichtmaschinen, Abreißmagnete)
gestellt. Hier sind also die Koerzitzähle ihrer
hohen Koerzitivkraft wegen besonders am Platze.

A. Wenzel.

3. Geschichte und Erkenntnislehre.

**Der Mensch und sein Weltbild im Wandel
vom Altertum zur Neuzeit.** Von ERNST GOLDBECK.
Leipzig 1925, Quelle & Meyer.

ERNST GOLDBECK sammelt unter diesem Titel
eine Reihe kosmologischer Arbeiten, die das ganze
Rüstzeug philologischer, mathematisch-physikali-

scher und philosophischer Forschung voraussetzen.
Geschildert wird die Entwicklung des astronomi-
schen Weltbildes, die dahinterstehenden meta-
physischen Motive und die durch beides bedingte
Anschauung, die der Mensch von seiner Stellung
in der Welt hat.

Für Platon schwebt in der Mitte des Alls die kugelförmige Erde in vollkommenem Gleichgewicht, und so steht auch der Mensch in der Mitte des Alls. Er schaut vom Grunde des Lichtmeeres empor zu den Sternen. Könnte er sich darüber erheben, so würde er staunen über die Pracht der überirdischen Welt, wo die Seligen wohnen; aber, wenn er in das Innere der Erde steigt, so ergreift ihn das Grauen, er fühlt sich, wie die Späteren sagen würden, in der Hölle, wo die Bösen hingebannt sind. So schafft er ein Weltbild, das bereits erheblich das naive Erleben des Menschen verläßt.

Aber erst die geozentrische Lehre des Aristoteles schafft jene feste Anschauung, die das Mittelalter beherrscht hat. Außerhalb der kugelförmigen, allumfassenden Welt gibt es weder Stoff, noch Raum, noch Zeit. Die Weltkugel umfaßt die äußere Schale, die die Fixsterne enthält, und an die sich kontinuierlich die Schalen der Planeten anschließen. Sie alle drehen sich in gleichförmiger Bewegung um den Weltmittelpunkt im Innern, den Mittelpunkt der Erde. Streng ist der Stoff in der äußeren himmlischen Sphäre von dem irdischen verschieden. Bewegen sich die himmlischen Körper ihrer Natur nach im Kreis, so bewegen sich die irdischen in gerader Linie, die schweren zum Mittelpunkt zu, die leichten von ihm weg. Auch in diesem Weltbild prägen sich ethische Werte aus. Das Ideale und Göttliche ist in der Ferne in den lichten Höhen. Freilich machen die Einzelheiten des Weltbildes schon dem Aristoteles selbst Schwierigkeiten. Sein Hauptkampf gilt den Atomisten und der Lehre von der Unendlichkeit der Welt. Hier beginnt denn auch die Auflösung der Lehre bei Kopernikus und Giordano Bruno, die Unveränderlichkeit der Fixsternwelt wird durch Tycho und Galilei erschüttert, der Gedanke der Gleichartigkeit aller Körper taucht auf. Der Gedanke des Weltmittelpunktes wird durch die kopernikanische Lehre erschüttert. Aber alles dies sind nur Anstöße, die das antike Weltbild unterhöhlen. Das Entscheidende ist die Vernichtung des mittelalterlichen Lebensgefühls durch die Renaissance, wofür ein charakteristisches Zeichen die berühmten Ausführungen Galileis gegen das Ideal der Starrheit als Zeichen der Vollkommenheit und sein Loblied auf Beweglichkeit und Veränderlichkeit sind.

Die folgenden Aufsätze sind der genauen wissenschaftlich-historischen Analyse des Auflösungsprozesses des alten Weltbildes gewidmet. Die Lehre des Kopernikus ist ein Abkömmling der platonischen Renaissance. Schon Platon ist die Sonne ein irdisches Äquivalent der Gottheit. Bei Plotin entwickelt sich aus dieser Lehre ein metaphysischer Heliozentrismus, und aus der Sonnenvergottung des Neuplatonismus kommt dem Kopernikus der Mut, die Sonne in den Mittelpunkt des Weltalls zu setzen. Die Entwicklungsgeschichte Galileis gibt uns die Erklärung seiner Lehre von der Gleichartigkeit des Weltstoffes. Voraus gehen die Arbeiten Tychos; er schildert den großen Eindruck des Auftauchens

neuer Sterne. Durch den Nachweis, daß diese Sterne der Fixsternsphäre angehören, wird der Glaube an die Unveränderlichkeit derselben erschüttert. Für Galilei kommt dann hinzu die Entdeckung der Sonnenflecken. So beginnt die Entwicklung, der die Erde ein Himmelskörper, der Stoff in der Welt gleichartig ist, die in der Spektralanalyse ihren Abschluß findet. Andere Quellen hat die Atomistik Galileis; vermutlich hat er Lukrez gekannt. Untersuchungen über das Vakuum, die zum Teil noch stark aristotelischen Charakter haben, die aber auch an die Erfahrungen Herons und an die bekannten Erscheinungen bei Pumpen anschließen, führen zur Messung der Kraft des Vakuums. Seine Betrachtungen über das Unendliche werden verständlicher durch Aufdeckung ihres Zusammenhangs mit der Metaphysik des Cusanus. In der Lehre vom Kontinuum bleibt er in Abhängigkeit von Aristoteles. Den ersten Schritt zur mechanischen Theorie der Gravitation macht Kepler. Kepler ist vom mittelalterlichen Weltbild ausgegangen, aber er hat in einer eigentümlichen Weise die Anregungen, welche ihm aus den Ideen der Zeit zufflossen, verwendet, um ein System auszubilden, das zur Hälfte einen modernen Charakter trägt. Sein Verständnis wird uns wesentlich dadurch erleichtert, daß seine Darstellungsart sich stark von der Neigung der damaligen Zeit, die Entdeckungswege zu verheimlichen, aber ebenso von der streng objektiven des Descartes unterscheidet. Kepler begnügt sich nicht mit der Annahme der alten Astronomen, daß sie alles erklärt hätten, wenn sie die Bewegung der Gestirne mathematisch festgelegt hätten. Er will das Spiel der Kräfte erklären. Das „Mitschleppen“ des Mondes durch die Erde fordert zur mechanischen Betrachtung heraus. Ein Punkt, auch der Weltmittelpunkt, kann nicht Ursache einer Bewegung sein. Eine solche kann immer nur von einem Körper ausgehen. Damit haben wir das Fundament der Gravitationslehre. Der Anstoß zu dieser Meinung ging von den Untersuchungen Gilberts über die Magnete aus, zum Ergebnis führt aber die schon Posidonius bekannte Tatsache der täglichen und monatlichen, mit den Bewegungen des Mondes koinzidierenden Periode der Gezeiten, die ihm durch Lektüre des Patritius bekannt war, — „A Luna“, so sagt er, „maria sic attrahi, ut gravia omnia ipsaque maria attrahuntur a Terra“ — und die Erkenntnis der terrestrischen Beschaffenheit des Mondes. Er tut auch den großen Schritt zur Behauptung der wechselseitigen Anziehung der Körper. Zwei im Weltraum befindliche Steine werden aufeinander zufliegen und in einem Punkt zusammenstoßen, dessen Entfernung vom ursprünglichen Ausgangspunkt dem Gewicht der Steine umgekehrt proportional ist. Uns scheint heute der Schritt von da zur allgemeinen Gravitation klein, aber er wird von Kepler nicht getan. Dazu steht er noch zu stark unter dem Einfluß des Aristoteles. Zu Ansätzen zur Sonnengravitation führen ihn die Tatsachen der verschiedenen von der Entfernung von der Sonne abhängigen Geschwindig-

keiten der Planeten und später auch die Änderung der Geschwindigkeit der Planeten in Sonnennähe und -ferne. Daß es ihm nicht gelungen ist weiter zu kommen, zeigt, welche Schwierigkeiten noch bis zu Newton zu überwinden waren.

Weitere Fortschritte in dieser Richtung finden wir bei Galilei und Borelli. Bei Galilei wechseln in dieser Untersuchung mechanische und spekulative Momente ab. Er gebraucht, wie übrigens auch Newton, einen einmaligen Eingriff Gottes, um dann alles übrige mechanisch zu erklären. Erst die Kant-Laplacesche Hypothese macht ja den Versuch, dies zu überwinden. Obgleich Galilei nun die Verhältnisse der irdischen Schwerkraft kennt, kommt er nicht weiter, weil er doch noch sehr stark von der mittelalterlichen Lehre abhängig ist, weil er die Anziehungskräfte nicht zur Erklärung heranziehen will aus Abneigung gegen *qualitates occultae* und der damit zusammenhängenden Abneigung gegen die *actio in distans*. Es kommt hinzu, daß der Gedanke an die Vollkommenheit der Kreisbewegung, die schon der richtigen Formulierung des Trägheitsgesetzes bei seinem Entdecker hinderlich war und ihn annehmen ließ, daß die Trägheitsbewegung in einer Kreisbewegung um die Erde besteht, ihm den naheliegenden Schluß auf die Bewegung eines Körpers in Richtung der Tangente der Kreisbahn verschloß.

Borelli, der Keplers Lehre von den Ellipsenbahnen kennt, ist unabhängiger. Er kommt auch Newton am nächsten, obgleich ihn die Furcht vor der Inquisition zu großer Vorsicht in seinen Äußerungen zwingt. Er bezieht sich für seine Erklärungen auf Zentrifugalversuche. Seine Er-

klärung der Gravitation kennt drei Kräfte: eine Attraktionskraft, die von der Entfernung vom Zentralkörper unabhängig ist, eine Fliehkraft, die der Entfernung umgekehrt proportional ist, und eine seitliche Geschwindigkeit der Planeten, die der Entfernung umgekehrt proportional ist. Zur ganzen Lösung fehlen ihm Huyghens Analyse der Zentralbewegung und die Lehre vom Parallelogramm der Kräfte. Im übrigen zeigt sich in seinen Arbeiten bereits die philosophische Stimmung des Deismus, der es Gottes unwürdig findet, das, was durch einmalige Schöpfung geschehen kann, durch ständige Arbeit von Engeln bewirken zu lassen.

In dem Aufsatz: „Descartes' mathematisches Wissenschaftsideal“ schildert GOLDBECK die Wendung zum rationalen Wissenschaftsideal, dessen innerster Grund „die Tendenz ist, in dem Intellekt den höchsten Wert und damit den Kern des Seins zu erblicken“. Vom Ideal der reinen rationalen Universalwissenschaft führen dann die Fäden zur mathematisch-mechanischen Weltauffassung.

In einem Schlußaufsatz: „Die Geschichte des Weltbildes im astronomischen Unterricht“ hebt GOLDBECK hervor, daß die Schüler ein Recht auf Zusammenfassung der einzelnen astronomischen Kenntnisse haben. Wie die Welt beschaffen ist, zeigt ihnen die Naturwissenschaft. Welchen Platz der Mensch in ihr hat, bleibt philosophisches Problem und kann dem Schüler nur auf dem geschilderten Weg der Geschichte der Wissenschaft nahe gebracht werden, die ihm das Ringen des Menschen mit diesem Problem zeigt.

Dr. Felix Behrend.

4. Unterricht und Methode.

Plan für Fortbildungskurse zur Ausbildung von Kandidaten der Naturwissenschaften. Als Vorschlag der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht aufgestellt von HERMANN HAHN.

Bereits im Jahre 1916 hat die Hauptstelle einen Plan ausgearbeitet, der die Frage nach der Ausbildung der Lehramtskandidaten der Mathematik und Naturwissenschaften auf ihren besonderen Fachgebieten ihrer Lösung näher bringen sollte. Der in seinen wesentlichen Punkten noch heute zutreffende Entwurf hat durch die Mitteilungen auf S. 9 ff. und S. 139 des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift erhöhte Bedeutung gewonnen und sei deshalb hier ausführlich wieder gegeben.

a) Einberufung und Verteilung der Teilnehmer.

Viermal in jedem Schuljahr, nämlich nach Ostern, nach den großen Ferien, nach Michaelis und nach Weihnachten, werden je 48 Referendare auf sechs Wochen nach Berlin zur Ausbildung einberufen. Darunter sollen 24 Biologen und Chemiker und 24 Mathematiker und Physiker sein. Die Biologen und Chemiker bilden die Abteilung I, die Mathematiker und Physiker die Abteilung II.

Die Abteilung I wird in zwei Gruppen A und B von je 12 Teilnehmern und die Abteilung II in zwei Gruppen C und D von je 12 Teilnehmern zerlegt. Jede Gruppe wird für sich ausgebildet; nur bei wenigen Vorträgen werden die beiden Gruppen jeder Abteilung vereinigt. Die Arbeitspläne sind so eingerichtet, daß man in besonderen Fällen von dieser Verteilung abgehen kann. Hat z. B. der Teilnehmer als Hauptfächer Physik und Chemie, so erhält er seine physikalische Ausbildung bei der Abteilung II und seine chemische bei der Abteilung I.

b) Ziele und Aufgaben der Ausbildung.

I. Abteilung der Biologen und Chemiker.

1. Übungen in der Biologie. Die Teilnehmer sollen die zeitgemäßen Einrichtungen des Lehrzimmers, des Arbeitsraums und der Sammlung kennen und gebrauchen lernen. Sie sind damit vertraut zu machen, wie man lebende Tiere und Pflanzen beschafft, untersucht, bestimmt, aufstellt und zum Unterricht vorbereitet, wie man Vivarien und Schulgärten einrichtet, unterhält und verwertet, wie man Lehrausflüge vorbereitet, ausführt und ausnutzt, wie man Dauerpräparate, einfache Modelle und Zeichnungen anfertigt, wie man für den Unterricht geeignete mikroskopische

Präparate herstellt, aufbewahrt und vorzeigt und wie man die Lebenserscheinungen von Tieren und Pflanzen vorführen und durch Versuche erläutern kann. Die Teilnehmer sollen lernen, wie man im Klassenunterricht und in den Übungen Pflanzen- und Tierkunde, Menschenkunde und Gesundheitspflege behandelt. Sie sind mit den Bezugsquellen, der Prüfung, Auswahl und Aufbewahrung der Lehrmittel für Menschenkunde und Biologie und mit den Bestimmungen über Naturschutz bekannt zu machen und in die Geschäfte eines Verwalters der naturgeschichtlichen Schuleinrichtungen einzuführen. Im Anschluß an die Übungen werden vorbildliche Einrichtungen für den biologischen Unterricht besichtigt.

A und B wöchentlich je 16 Stunden.

2. Vorträge über biologische Lehrverfahren und Bücher. In den Vorträgen sollen die zeitgemäßen Lehrverfahren der Biologie, Menschenkunde und Gesundheitspflege prüfend behandelt werden, ferner die wichtigsten Bücher und Abhandlungen, die der Lehrer beim Vorbereiten seines Unterrichts gebraucht. Daneben sind die wichtigsten Lehrbücher nach ihrer Eigenart zu besprechen und auch solche biologische Schriften, deren Lesen man den Schülern empfehlen kann. Mit den Vorträgen sind einige Lehrproben zu verbinden.

A und B gemeinschaftlich 2 Stunden in der Woche.

3. Chemische Übungen. Die Teilnehmer sind anzuleiten, die inneren Einrichtungen der Chemieräume, wie Anlagen für Wasser, Gas, Entlüftung, elektrischen Strom usw. richtig zu gebrauchen. Sie sollen lernen, chemische Unterrichtsgeräte anzufertigen, aufzubauen, abzubauen und zu reinigen, und sollen sich üben, die wichtigsten Schulversuche und Schülerversuche aus der anorganischen, organischen und physikalischen Chemie, insbesondere der Elektro-, Thermo- und Photochemie vorzubereiten, sicher und gefahrlos auszuführen und schulgerecht auszunutzen. Sie sollen angeleitet werden, für den Schulunterricht wichtige Präparate und Lösungen herzustellen. Sie sind mit den Bezugsquellen, der Prüfung und Aufbewahrung von chemischen Stoffen und Geräten bekannt zu machen. Sie sollen ferner mit den Obliegenheiten eines Verwalters der chemischen, mineralogischen und geologischen Sammlungen vertraut gemacht werden.

Im Anschluß an die Übungen finden Besichtigungen vorbildlicher Chemieräume statt.

A und B wöchentlich je 6 Stunden.

4. Vorträge über Anwendungen der Chemie. Die Teilnehmer sollen über die wichtigsten Anwendungen der Chemie in dem Großgewerbe, der Gesundheitspflege und dem Ernährungswesen unterrichtet werden. Auch sollen sie die wirtschaftliche Bedeutung der Anwendungen würdigen lernen. Dabei sind sie auf die wichtigsten Schriften hinzuweisen, aus denen sie sich selbständig über die Anwendungen der Chemie belehren können. Der Stoff soll

wechseln und besonders die Anwendungen berücksichtigen, die zur Zeit die größte Beachtung verdienen und die Aufmerksamkeit der Jugend stark erregen. Im Anschluß an die Vorträge sollen die Teilnehmer angeleitet werden, Lehrausflüge vorzubereiten, auszuführen und auszuwerten.

A und B gemeinschaftlich 4 Stunden in der Woche.

5. Vorträge über chemische Lehrverfahren und Bücher. In den Vorträgen sind die wichtigsten Lehrverfahren der Chemie, Mineralogie und Geologie prüfend zu betrachten, ebenso die hauptsächlichsten Bücher und Abhandlungen, die der Lehrer bei seiner Vorbereitung braucht. Ferner sind die wichtigsten Lehrbücher nach ihrer Eigenart zu besprechen und auch solche Schriften zu behandeln, deren Lesen man den Schülern empfehlen kann. Mit den Vorträgen sollen Übungen im schulmäßigen Vorführen chemischer, mineralogischer und geologischer Versuche verbunden werden.

A und B gemeinschaftlich 2 Stunden in der Woche.

6. Übungen in der Mineralogie und Geologie. Die Teilnehmer sind mit der Ausrüstung des Arbeitsraums und den Einrichtungen der Sammlung bekannt zu machen. Sie sollen lernen, die Naturkörper zu behandeln und zu bestimmen, Zeichnungen und Modelle von Kristallen, Dünnschliffe usw. anzufertigen, im Klassenunterricht und in Übungen die wichtigsten Lehren der Mineralogie und Geologie vorzuführen. Sie sind anzuleiten, Lehrausflüge vorzubereiten, auszuführen und auszunutzen. Sie sollen mit den Lehrmitteln, deren Sammlung, Zurichtung, Bezugsquellen, Prüfung, Auswahl, Bestimmung, Aufbewahrung und Verwertung bekannt gemacht werden.

A und B wöchentlich je 2 Stunden.

7. Übungen in chemischen Handfertigkeiten. Die Teilnehmer sind mit den wichtigsten Verfahren der Bearbeitung von Glas, Kork, Kautschuk usw., mit Dichten, Kitten und dgl. bekannt zu machen. Sie sollen das Auseinandernehmen, Reinigen und Zusammensetzen von fertigen chemischen Geräten, auch solchen mit Schliffen, kennen lernen.

A und B wöchentlich je 2 Stunden.

II. Abteilung der Mathematiker und Physiker.

1. Übungen in physikalischen Schauversuchen. Die Teilnehmer sollen lernen, die inneren Einrichtungen der Physikräume und die allgemeinen Hilfsmittel, wie die Anlagen für Wasser, Gas, elektrischen Strom, Bildwerfen usw. sachgemäß zu benutzen, die wichtigsten Schauversuche aus allen Gebieten richtig vorzubereiten, auszuführen und auszuwerten, und nach dem Gebrauch die Lehrmittel für die Aufbewahrung in der Sammlung fertig zu machen. Dabei sind die Teilnehmer mit den besten Hilfsmitteln, mit deren Prüfung, Auswahl und Bezugsquellen und mit den bewährtesten Versuchsverfahren vertraut

zu machen und zugleich in die Arbeiten eines Verwalters der physikalischen Sammlung einzuführen. Im Anschluß an die Übungen finden Besichtigungen vorbildlicher Physikräume statt.

C und D wöchentlich je 8 Stunden.

2. Übungen in physikalischen Schülerversuchen. Die Teilnehmer sollen die inneren Einrichtungen der Arbeitsräume und die wichtigsten Lehrmittel für Schülerversuche gebrauchen lernen, die wichtigsten Schülerversuche selbst ausführen und die Genauigkeit prüfen, welche bei den Messungen zu erreichen ist. Sie sind mit den verschiedenen Betriebsarten der Schülerübungen bekannt zu machen und zu unterweisen, wie man Schülerversuche vorbereitet, leitet und auswertet. Die Teilnehmer sollen lernen, wie man die Lehrmittel für Schülerversuche prüft, auswählt, beschafft, aufbewahrt, bereitstellt und pflegt. Im Anschluß an die Übungen finden Besichtigungen mustergültiger Arbeitsräume statt.

C und D wöchentlich je 8 Stunden.

3. Vorträge über Anwendungen der Physik. Die Teilnehmer sollen die wichtigsten Anwendungen der Physik kennen lernen und die Schriften, woraus sie sich selbsttätig über solche Dinge belehren können. Das Gebiet ist so groß, daß in den aufeinanderfolgenden Ausbildungsgängen nur ausgewählte Anwendungen abwechselnd behandelt werden können. Dabei sind die Erfindungen, Geräte, Anlagen und Betriebe zu bevorzugen, die zur Zeit wegen ihrer Bedeutung für das Verständnis des Weltalls, des alltäglichen Lebens, des Gewerbewesens usw. besondere Beachtung verdienen und die Aufmerksamkeit der Jugend auf sich ziehen. Hier sollte auch die Physik des Weltalls gepflegt werden. Im Anschluß an die Vorträge sollen die Teilnehmer Lehrausflüge vorbereiten, ausführen und auswerten lernen.

C und D gemeinschaftlich 2 Stunden in der Woche.

4. Vorträge über physikalische Lehrverfahren und Bücher. Hier sollen die wichtigsten Lehrverfahren der Physik prüfend behandelt werden, ferner die wichtigsten Bücher und Abhandlungen, die der Lehrer beim Vorbereiten seines Unterrichts braucht. Daneben sind die wichtigsten Lehrbücher nach ihrer Eigenart zu besprechen und auch solche Schriften physikalischen Inhalts, deren Lesen man den Schülern empfehlen kann. In die Vorträge sollen Übungen im schulmäßigen Vorführen von Versuchen eingeschaltet werden.

C und D gemeinschaftlich 2 Stunden in der Woche.

5. Darstellende Geometrie. In den Vorträgen wird den Kandidaten eine Übersicht über Inhalt, Verfahren und Lehrmittel der Raumdarstellung gegeben. In den anschließenden Übungen sollen die Kandidaten das Zeichnen auf Papier und an der Tafel lernen. Als Übungen sollen neben mathematischen Darstellungen auch

Zeichnungen einfacher physikalischer Geräte, Kräftepläne usw. gewählt werden. Die Teilnehmer sind mit den besten Hilfsmitteln, deren Prüfung, Auswahl und Bezugsquellen vertraut zu machen.

C und D gemeinschaftlich 1 Stunde Vortrag, C und D getrennt 2 Stunden Übungen in der Woche.

6. Landmeßkunde und Himmelskunde. Landmeßkunde. In den Vorträgen über Landmeßkunde wird ein Überblick gegeben über die einfachsten Arbeiten des Feldmessens und ihre Verwendung zu kleinen Aufnahmen, über die Hauptteile der Meßwerkzeuge, insbesondere des Theodoliten, über Triangulierung, Nivellierung und trigonometrische Höhenmessung. Im Anschluß an die Vorträge finden Übungen statt.

Himmelskunde. Die Teilnehmer sollen die Fertigkeiten erwerben, die zur Belegung und Vertiefung des Unterrichts in der Trigonometrie und mathematischen Erdkunde erforderlich sind. Sie werden mit dem Handhaben und Verwenden der Geräte (Sextant, Theodolit, Äquatorial, Uhr usw.) vertraut gemacht, die zum Beobachten der Himmelserscheinungen und zu Zeit- und Ortsbestimmungen benutzt werden.

Die Teilnehmer sollen die besten Hilfsmittel, soweit sie für die Schule in Betracht kommen, deren Prüfung, Auswahl und Bezugsquellen kennen lernen.

Im Sommer wird die Landmeßkunde und im Winter die Himmelskunde eingehender behandelt.

C und D gemeinschaftlich 1 Stunde Vortrag, C und D getrennt 2 Stunden Übungen in der Woche.

7. Vorträge über mathematische Lehrverfahren und Bücher. In den Vorträgen sind die wichtigsten Lehrverfahren der reinen und angewandten Mathematik prüfend zu behandeln, ferner die wichtigsten Bücher und Abhandlungen, die der Lehrer beim Vorbereiten seines Unterrichts braucht. Außerdem sind Lehrbücher von besonderer Eigenart zu besprechen und auch solche Schriften, deren Lesen man den Schülern empfehlen kann. Ferner sind die Teilnehmer mit den besten Lehrmitteln der reinen Mathematik, mit der Prüfung, Auswahl und Bezugsquellen vertraut zu machen. Mit den Vorträgen sind Lehrproben zu verbinden.

C und D gemeinschaftlich 2 Stunden in der Woche.

8. Übungen in physikalischen Handfertigkeiten. Die Teilnehmer sollen die wichtigsten einfachen Handgriffe erlernen, die zum Bearbeiten von Pappe, Holz, Glas, Metall, Kork, Kautschuk usw. erforderlich sind. Ferner sind sie vertraut zu machen mit dem Reinigen, Zerlegen und Zusammensetzen fertiger Apparate und mit dem Ausführen kleiner, schnell zu erledigender Ausbesserungen.

C und D wöchentlich je 6 Stunden.

c) Betrieb der Ausbildung.

1. Stundenverteilung und Arbeitspläne.

Die in dem Abschnitt über „Ziele und Aufgaben“ enthaltenen Zeitangaben sind in der Anlage A übersichtlich zusammengestellt. Auf diese Stundenverteilung sind die in den Anlagen B und C mitgeteilten Arbeitspläne der Abteilungen I und II aufgebaut. Im wesentlichen sind die Übungen in Biologie und Physik auf die Vormittage und die Übungen in Chemie, Mineralogie, Geologie und Mathematik auf die Nachmittage verlegt. Die Aufstellungen zeigen, daß die Zeitfrage keine Betriebsschwierigkeiten ergibt.

2. Die Beanspruchung der Teilnehmer.

In der Anlage A ist eine Übersicht über die Beanspruchung der Teilnehmer enthalten.

Die Belastung mit 34 Stunden, Übungen und Vorträgen, in der Woche ist stark, zumal da noch bedeutende Nebenarbeiten hinzukommen. Frei sind in den Arbeitsplänen für alle Teilnehmer am Mittwoch und Sonnabend die Nachmittagsstunden, für die Gruppe A am Dienstag und Freitag die Stunde von 5–6 Uhr, für die Gruppe B am Montag und Donnerstag die Stunde von 5–6 Uhr, für die Gruppe C am Sonnabend die Stunden von 10–12 Uhr und für die Gruppe D am Mittwoch die Stunden von 10–12 Uhr. Jedoch finden Mittwochs an einigen Nachmittagen Besichtigungen und Lehrausflüge statt. Die übrige freie Zeit sollen die Teilnehmer benutzen, um Berichte (Protokolle) über ihre Tätigkeit in den Übungen auszuarbeiten, um zu zeichnen, Schriften nachzulesen und sich auf kommende Arbeiten vorzubereiten. Es gibt wohl für jeden Teilnehmer selbst bei bester Hochschulausbildung und Seminaranleitung manche Frage, wozu er während der Ausbildung ganz plötzlich Stellung nehmen muß, wenn ihm nicht der Rest des Lehrganges unklar bleiben soll. Auch zu solchen wissenschaftlichen Arbeiten soll er die freie Zeit verwenden.

Die Teilnehmer müssen während ihrer freien Zeit möglichst lange zur Arbeit angehalten werden. Dazu wird jedem ein Arbeitsplatz und ein verschließbares Fach zugewiesen. Auch sollen die Arbeitsräume bis 10 Uhr abends offen sein.

Die starke Belastung der Teilnehmer ist auch erforderlich, um sie von vornherein daran zu gewöhnen, daß ein Lehrer der Naturwissenschaften nicht bloß seine Pflichtstunden geben, sondern ungemessenen Dienst tun muß, wenn er seinen Beruf vollkommen erfüllen will.

Von jedem Teilnehmer ist ein gründliches Ausarbeiten der Berichte zu verlangen, so daß er später darauf fußend weiterarbeiten kann. Diese Berichte, seine Zeichnungen, Präparate und Erzeugnisse bei den Handfertigungsübungen könnte er bei späteren Prüfungen vorlegen.

3. Die Beanspruchung der Übungsleiter, Vortragenden und Diener.

Es ist beschäftigt in jeder Woche der

Leiter der Übungen in Tierkunde . . .	16 Std.
Leiter der Übungen in Pflanzenkunde . . .	16 "
Vortragende über biologische Lehrverfahren und Bücher	2 "
Leiter der chemischen Übungen	12 "
Vortragende über angewandte Chemie	4 "
Vortragende über chemische Lehrverfahren und Bücher	2 "
Leiter der mineralogischen und geologischen Übungen	4 "
Leiter der Übungen in chemischen Handfertigkeiten	4 "
Leiter der Übungen in physikalischen Schauversuchen	16 "
Leiter der Übungen in physikalischen Schülerversuchen	16 "
Vortragende über angewandte Chemie	2 "
Vortragende über physikalische Lehrverfahren und Bücher	2 "
Leiter der Übungen in der darstellenden Geometrie	5 "
Leiter der Übungen in der Landmeßkunde und Himmelskunde	5 "
Vortragende über mathematische Lehrverfahren und Bücher	2 "
Leiter der Übungen in physikalischen Handfertigkeiten	12 "

Summe 120 Std.

Demgemäß müßten fest angestellt werden ein Zoologe, ein Botaniker, ein Chemiker, zwei Physiker und vielleicht ein Mechaniker. Im Nebenamt wären zu beschäftigen je ein Vortragender über Lehrverfahren in der Biologie, Chemie, Physik und Mathematik, ferner die Leiter der Übungen in Mineralogie und Geologie, in chemischen Handfertigkeiten, in darstellender Geometrie, in Landmeßkunde und Himmelskunde.

Der Zoologe leitet die Übungen in der Tierkunde bei den Kandidatenkursen und den Ferienkursen, nicht aber bei den Groß-Berliner Fortbildungslehrgängen. Er verwaltet die zoologischen Sammlungen und Unterrichtsräume und prüft und begutachtet Lehrmittel und Lehrräume und hilft beim Bearbeiten der Musterverzeichnisse.

Der Botaniker ist in ähnlicher Weise auf dem Gebiet der Pflanzenkunde tätig.

Der Chemiker hält die Übungen in der Chemie bei den Kandidatenkursen und den Ferienkursen ab, nicht aber bei den Groß-Berliner Fortbildungslehrgängen. Er hält die Vorträge über angewandte Chemie, verwaltet die chemischen und mineralogisch-geologischen Unterrichtsräume und Sammlungen, prüft und begutachtet Lehrmittel und Unterrichtsräume, hilft beim Bearbeiten der Musterverzeichnisse und bei einer in Aussicht zu nehmenden gemeinschaftlichen Versorgung der Schulen mit solchen Chemikalien und Mineralien, für die ein Einzelbezug von chemischen Fabriken und Lehrmittelhandlungen unzweckmäßig ist.

Die beiden Physiker sind in ihrem Fache in ähnlicher Weise tätig wie der Zoologe in seinem. Der eine jedoch befaßt sich auch mit den Lehrmitteln und Unterrichtsräumen für Schauversuche, der andere mit denen für Schülerversuche. Der eine könnte außerdem eine in Aussicht zu nehmende Sammelstelle für Ausbesserung physikalischer Apparate leiten und der andere bei den wissenschaftlichen Messungen der Prüfstelle mithelfen.

Der Mechaniker leitet die Handfertigkeitenübungen für die Mathematiker und Physiker bei den Kandidatenkursen und den Ferienkursen, nicht aber bei den Groß-Berliner Fortbildungslehrgängen und verwaltet die Lehrwerkstätte und die Betriebswerkstätten. Er führt die Arbeiten für den Bedarf der Hauptstelle aus, hilft beim Prüfen und Begutachten der Lehrmittel und bei den Arbeiten der Prüfstelle und der Sammelstelle für auszubessernde Lehrmittel. Der Mechaniker muß ein tüchtiger Handwerker sein, der zugleich versteht, seine Kunst zu lehren und auch mit den Teilnehmern der Ausbildungslehrgänge unzugehen. Bei der festen Anstellung des Mechanikers wäre eine gewisse Vorsicht ratsam. Es fehlt ihm die Zucht einer längeren Beamten-tätigkeit; daher könnte die feste Anstellung seinen Eifer lähmen.

Die festanzustellenden Kursusleiter müssen erfahrene Schulleute und vor allem technisch und theoretisch hervorragende Fachleute sein. Solchen Männern liegt im allgemeinen nicht das Reden über Lehrverfahren und über Bücher. Dafür wären also erfahrene und belesene Schulleute im Nebenamt heranzuziehen.

Wegen der geringen Beschäftigung kann man den Mineralogen, den Geologen und den Lehrer der darstellenden Geometrie nur im Nebenamt heranziehen, ebenso den Landmesser und Astronomen, zumal da in den Sommerlehrgängen die Übungen im Landmessen und in den Winterlehrgängen die Übungen in der Himmelskunde hauptsächlich betont werden müssen, also im Sommer der Landmesser und im Winter der Astronom die Übungen leiten wird. Auch den Glasbläser, der die Handfertigkeitenübungen für Biologen und Chemiker leitet, kann man nur im Nebenamt beschäftigen.

Eigentlich wären Assistenten erforderlich bei den zoologischen, botanischen, chemischen und physikalischen Übungen. Dazu brauchte man junge Lehrer von hervorragender Leistungsfähigkeit. Sie könnten später einmal das Leiten der Übungen übernehmen. Diesen jungen Lehrern fehlten aber die Erfahrungen einer längeren Schultätigkeit. Auch würde man diese ausgezeichneten Kräfte dem Schuldienst entziehen und diesen beeinträchtigen. Beschäftigte man die Assistenten nur einige Zeit, so schädigt man ihre Entwicklung und ihre Laufbahn. Es ist vielleicht das Beste, doch von Assistenten abzusehen und aus den einberufenen Teilnehmern geeignete Persönlichkeiten auszuwählen, die während der sechs Wochen ihrer Ausbildung als Assistenten tätig sind.

Es sind fünf Diener und Gehilfen erforderlich,

die alle auch bei den Ferienkursen und den Groß-Berliner Fortbildungslehrgängen tätig sind:

1. Der Diener der Abteilung für Tierkunde hilft auch bei den Vorträgen über Lehrverfahren in der Biologie.

2. Der Diener der Abteilung für Pflanzenkunde hilft außerdem als Bote.

3. Der Diener der Abteilung für Chemie und Mineralogie soll Glasblasen, Tischler- und Buchbinder-Arbeiten verstehen. Er hilft auch bei den Vorträgen über Lehrverfahren und über Anwendungen der Chemie, bei den Arbeiten zur Versorgung der Schulen mit Chemikalien, Drogen und bei der Verteilungsstelle für Ausbesserungen und ist als Tischler und Glasbläser der Hauptstelle tätig.

4. Der Diener der Abteilung für physikalische Schulversuche soll gelernter Mechaniker sein. Er hilft auch bei den Übungen in der darstellenden Geometrie und in der Himmelskunde, bei den Vorträgen über mathematische Lehrverfahren, bei der Verteilungsstelle für Ausbesserungen und bei der Prüfstelle. Er arbeitet als Gehilfe in der mechanischen Werkstatt.

5. Der Diener der Abteilung für physikalische Schülerversuche soll gelernter Mechaniker sein. Er hilft auch bei den Übungen im Feldmessen, bei den Vorträgen über Lehrverfahren und über Anwendungen der Physik, bei der Verteilungsstelle für Ausbesserungen und bei der Prüfstelle. Er arbeitet als Gehilfe in der mechanischen Werkstatt.

4. Die Besetzung der Räume.

Für die Einrichtungen zur Ausbildung der Kandidaten, für die Ferienkurse und für die Groß-Berliner Fortbildungslehrgänge sind zwar die Räume ganz ungeeignet, die zur Zeit der Hauptstelle zur Verfügung stehen. Anzahl, Größe und Anordnung der Räume entsprechen nicht den Bedürfnissen der Hauptstelle.

Bis geeignete Räume geschaffen sind, können die Ausbildungskurse für die Kandidaten in den Räumen abgehalten werden, die jetzt die Hauptstelle in der Invalidenstraße 57/62 und in der Potsdamer Straße 120 inne hat.

A. Übersicht über die Besetzung der Räume.

1. Räume der Abteilung für Tierkunde in der Potsdamer Str. 120. Übungen in der Tierkunde; 16 Stunden in der Woche.

2. Räume der Abteilung für Pflanzenkunde in der Potsdamer Str. 120. a) Übungen in der Pflanzenkunde; 16 Stunden in der Woche. b) Lehrverfahren in der Biologie; 2 Stunden in der Woche.

3. Raum der Abteilung für Mathematik in der Invalidenstraße 57/62.

a) Darstellende Geometrie	5 Stunden
b) Feldmessen und Himmelskunde	5 „
c) Lehrverfahren der Mathematik	2 „
d) Anwendungen der Physik	2 „
e) Lehrverfahren der Physik	2 „
f) Anwendungen der Chemie	4 „

in der Woche.

4. Räume der Abteilung für Physik in der Invalidenstraße 57/62.

4a. Räume für physikalische Schauversuche.

- a) Physikalische Schauversuche . . . 16 Stunden
 - b) Mineralogie und Geologie . . . 4 "
 - c) Chemische Handfertigkeiten . . . 4 "
- in der Woche.

4b. Räume für physikalische Schülerversuche. Physikalische Schülerversuche; 16 Stunden in der Woche.

5. Räume der Abteilung für Chemie in der Invalidenstraße 57/62.

- a) Chemische Übungen . . . 12 Std. in der Woche
- b) Lehrverfahren der Chemie 2 " " " "

6. Lehrwerkstatt in der Invalidenstraße 57/62. Physikalische Handfertigkeiten; 12 Stunden in der Woche.

B. Büchersammlungen.

Die Handbücher für die Biologen werden in der Potsdamer Str. 120 aufgestellt, die für die Mathematiker, Physiker, Chemiker, Mineralogen und Geologen in dem Mathematiksaal in der Invalidenstraße 57/62.

C. Arbeitsplätze der Teilnehmer.

a) Für Biologen. In der Potsdamer Str. 120 je 12 Plätze in den Räumen für Tierkunde und für Pflanzenkunde und Schränke mit 24 Fächern.

b) Für Chemiker, Mineralogen und Geologen. In der Invalidenstraße 57/62 12 Plätze in den Räumen für Chemie und 12 Plätze in den Physikräumen.

c) Für Mathematiker und Physiker. In der Invalidenstraße 57/62 12 Plätze in den Physikräumen und 12 Plätze in dem Mathematiksaal.

In der Invalidenstraße 57/62 sind Schränke mit 48 Fächern für die Mathematiker, Physiker und Chemiker, Mineralogen und Geologen aufzustellen.

d) Die Kosten der Ausbildung.

Die persönlichen Kosten lassen sich leidlich gut abschätzen. Für die fest anzustellenden Kursusleiter wurden Studienratsgehälter in Anschlag gebracht, für die nebenamtlich tätigen Kräfte der Satz von 30 RM. für die Doppelstunde. Die persönlichen Kosten sind für ein mittleres Dienstal berechnet. Die persönlichen Kosten belaufen sich auf rund 57 900 RM. für das Jahr. Die Aufstellung ist in der Anlage D beigefügt. Nicht in Rechnung gestellt sind Unterstützungen der Teilnehmer.

Schwieriger sind die sachlichen Kosten für Unterrichtsmittel und Gerätschaften abzuschätzen. In Anschlag gebracht sind die Preise vor dem Kriege, wozu also noch Zuschläge erforderlich sind. Die Preise sind so bemessen, daß man die Übungen gut mit Lehrmitteln versorgen kann und ein Verkümmern des Betriebs, des Eifers und der Tatkraft und eine Geringschätzung der Anstalt infolge unzureichender Ausstattung mit Hilfsmitteln verhütet wird. Die einmaligen Ausgaben für Unterrichtsmittel müssen zwar vor der Einrichtung bewilligt

Anlage A.

Stundenverteilung.

Fach	Anzahl der Stunden jeder Gruppe	Anzahl der Stunden der Abteilung	Anzahl der Stunden für die Teilnehmer	Anzahl der Stunden für die Leiter und Vortragenden
<i>I. Abteilung der Biologen und Chemiker.</i>				
1a. Übungen in der Tierkunde	2 × 4 = 8	16	8	16
1b. Übungen in der Pflanzenkunde	2 × 4 = 8	16	8	16
2. Biologische Lehrverfahren	2 × 1 = 2	2	2	2
3. Chemische Übungen	3 × 2 = 6	12	6	12
4. Anwendungen der Chemie	2 × 2 = 4	4	4	4
5. Chemische Lehrverfahren	2 × 1 = 2	2	2	2
6. Übungen in der Mineralogie und Geologie	2 × 1 = 2	4	2	4
7. Chemische Handfertigkeiten	2 × 1 = 2	4	2	4
Summa	—	—	34	60
<i>II. Abteilung der Mathematiker und Physiker.</i>				
1. Physikalische Schauversuche	2 × 4 = 8	16	8	16
2. Physikalische Schülerversuche	2 × 4 = 8	16	8	16
3. Anwendungen der Physik	1 + 1 = 2	2	2	2
4. Physikalische Lehrverfahren	2 × 1 = 2	2	2	2
5. Darstellende Geometrie	2 + 1 = 3	2 × 2 + 1 = 5	3	5
6. Landmeßkunde und Himmelskunde	2 + 1 = 3	2 × 2 + 1 = 5	3	5
7. Mathematische Lehrverfahren	2 × 1 = 2	2	2	2
8. Physikalische Handfertigkeiten	2 × 3 = 6	12	6	12
Summa	—	—	34	60

sein, doch sollte dabei die Möglichkeit geschaffen werden, im Laufe der ersten drei Jahre Teile der bewilligten Mittel auf das nächste Geschäftsjahr zu übertragen.

Es belaufen sich
die einmaligen Anschaffungskosten
für Unterrichtsmittel auf . . . 33000 RM.
die jährlichen Anschaffungen auf . 18000 „
die einmaligen Ausgaben für Gerätschäften auf 9900 „
und die jährlichen Ausgaben für
Gerätschäften auf 900 „

Die Schätzungen der Ausgaben für Unter-

richtsmittel und Gerätschäften sind in den Anlagen E und F zusammengestellt.

Es sind also erforderlich jährlich
für persönliche Ausgaben 57902 RM.
für Unterrichtsmittel 18000 „
für Gerätschäften 900 „

Insgesamt 76802 RM.

Dazu kommen an einmaligen Ausgaben
für Unterrichtsmittel 33000 RM.
für Gerätschäften 9900 „

Insgesamt 42900 RM.

Die Ausbildung eines Kandidaten würde also etwas mehr als 400 RM. kosten.

Anlage B.

Arbeitsplan der Abteilung I.

Stunde	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Sonnabend
8—10	A. Übungen in der Tierkunde. B. Übungen in der Pflanzenkunde.		A und B. Lehrverfahren der Biologie.	A. Übungen in der Tierkunde. B. Übungen in der Pflanzenkunde.		A und B. Lehrverfahren der Chemie.
10—12	A. Übungen in der Pflanzenkunde. B. Übungen in der Tierkunde.		A und B. Anwendungen der Chemie.	A. Übungen in der Pflanzenkunde. B. Übungen in der Tierkunde.		A und B. Anwendungen der Chemie.
3—5	A. Chemie. B. Mineralogie.	A. Mineralogie. B. Chemie.	—	A. Chemie. B. Handfertigkeiten.	A. Handfertigkeiten. B. Chemie.	—
5—6	A. Chemie.	B. Chemie.	—	A. Chemie.	B. Chemie.	—

Anlage C.

Arbeitsplan der Abteilung II.

Stunde	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Sonnabend
8—10	C. Physikalische Schauversuche. D. Physikalische Schülerversuche.		C und D. Lehrverfahren der Physik.	C. Physikalische Schauversuche. D. Physikalische Schülerversuche.		C und D. Lehrverfahren der Mathematik.
10—12	C. Physikalische Schülerversuche. D. Physikalische Schauversuche.		C. Handfertigkeiten.	C. Physikalische Schülerversuche. D. Physikalische Schauversuche.		D. Handfertigkeiten.
3—5	C. Handfertigkeiten. D. Darstellende Geometrie. Übungen.	C. Landmeßkunde. Übungen. D. Handfertigkeiten.	—	C. Darstellende Geometrie. Übungen. D. Handfertigkeiten.	C. Handfertigkeiten. D. Landmeßkunde. Himmelskunde. Übungen.	—
5—6	C und D. Landmeßkunde. Himmelskunde. Vortrag.	C und D. Anwendungen der Physik.		C und D. Anwendungen der Physik.	C und D. Darstellende Geometrie. Vortrag.	—

e) Zusammenfassung.

Die Untersuchung ergibt folgendes: Es ist möglich, jährlich 192 Kandidaten mit den Lehrbefähigungen für Mathematik und Naturwissenschaften in einer Vollkommenheit fachlich so auszubilden, wie sie bisher niemals und nirgends erreicht worden ist. Die Ziele und Aufgaben der Ausbildung lassen sich klar aufstellen. Es sind Arbeitspläne entworfen, die sicher durchführbar

sind. Zeit- und Raumschwierigkeiten bestehen nicht. Die Beanspruchung der Teilnehmer, der Übungsleiter, Vortragenden und Diener ist zwar stark, doch erträglich. Die Kandidaten, deren geistige und körperliche Kräfte, deren Willensstärke und Frische für den Unterricht in den Naturwissenschaften nicht ausreichen, werden rechtzeitig erkannt und können vom Schuldienst ferngehalten werden. Die Ausbildung eines Kandidaten kostet etwas mehr als 400 RM.

Anlage D.

Zusammenstellung der persönlichen Ausgaben.

1. Gehälter.

5 Kursleiter (Zoologe, Botaniker, Chemiker, 2 Physiker) je 6000 RM.	30 000 RM.
Mechaniker	3 750 "

2. Wohnungsgeldzuschüsse.

5 Kursleiter	6 500 RM.
Mechaniker	912 "

3. Honorar und Löhne.

Vortragende über Lehrverfahren der Biologie (30 × 1 × 24)	720 RM.
" " " " Chemie (30 × 1 × 24)	720 "
" " " " Physik (30 × 1 × 24)	720 "
" " " " Mathematik (30 × 1 × 24)	720 "
" " " angewandte Physik (30 × 1 × 24)	720 "
Leiter der mineralogischen Übungen (30 × 2 × 24)	1 440 "
" " chemischen Handfertigkeiten (20 × 2 × 24)	960 "
" " Übungen in der darstellenden Geometrie (30 × 2 1/2 × 24)	1 800 "
" " Übungen in der Landmeßkunde, Himmelskunde (30 × 2 1/2 × 24)	1 800 "
" " 24 Lehrausflüge zu 50 RM.	1 200 "
3 vollbeschäftigte Diener zu monatlich 120 RM. Gehalt	4 320 "
Versicherungen	120 "
2 halbbeschäftigte Diener zu monatlich 60 RM. Gehalt	1 440 "
Versicherungen	60 "
Summa	57 902 RM.

Anlage E.

Zusammenstellung der Ausgaben für Unterrichtsmittel.

	Einmalige Ausgaben	Jährliche Ausgaben
Zoologie	2 500 RM.	4 000 RM.
Botanik	2 500 "	1 000 "
Chemie	2 000 "	1 500 "
Mineralogie und Geologie	3 000 "	750 "
Chem. Handfertigkeiten .	1 000 "	750 "
Physikal. Schauversuche .	6 500 "	3 000 "
Physikal. Schülerversuche	2 000 "	1 500 "
Darstellende Geometrie .	1 000 "	500 "
Feldmessungen	5 000 "	1 500 "
Himmelskunde		
Physik. Handfertigkeiten .	2 000 "	1 000 "
Bücher für den Handgebrauch	3 000 "	1 000 "
Betriebswerkstatt	2 500 "	1 500 "
Summa	33 000 RM.	18 000 RM.

Anlage F.

Zusammenstellung der Ausgaben für Gerätschaften.

Einmalige Ausgaben.

17 Schränke (Biologie 2, Chemie, Mineralogie und Geologie 2, Physik 3, Mathematik 2, Schränke für die Handbücher 2, Schränke mit Fächern für die Teilnehmer 6) zu durchschnittlich 250 RM.	4 250 RM.
40 Stühle und Schemel im Durchschnitt zu 12 RM.	480 "
2 Experimentiertische	800 "
6 Arbeitstische	900 "
4 Zeichentische	400 "
Änderungen an der Wasser-, Gas- und Elektrizitätsleitung, Beleuchtungskörper, Verdunkelungen	3 000 "
Summa	9 830 RM.

Jährliche Ausgaben.

Für Ergänzungen, Ausbesserungen 900 RM.

Vorschlag zu einer Änderung der preußischen Prüfungsordnung für das Höhere Lehramt bezüglich Mineralogie.

Von ARRIEN JOHNSEN, Professor der Mineralogie an der Universität Berlin.

Die gegenwärtige preußische Prüfungsordnung für das Lehramt an Höheren Schulen vom 28. Juli 1917 hat „Mineralogie und Geologie“ zu einem „Zusatzfach“ gemacht, und ein nachträglicher Erlaß vom 30. Januar 1919 bestimmt, daß Mineralogie allein und Geologie allein als Zusatzfach und Ersatz für ein Nebenfach gelten soll.

In der früheren Prüfungsordnung (vor 1917) war die Mineralogie mit der Chemie zu einem einzigen Prüfungsfach „Chemie nebst Mineralogie“ vereinigt, das sowohl Hauptfach als auch Nebenfach sein konnte. Wie ungünstig die Neuerung von 1917 auf die Mineralogie gewirkt hat, ergibt sich aus der seitdem außerordentlich gesunkenen Hörerzahl der mineralogischen Kollegien, sowie daraus, daß das Zusatzfach Mineralogie von den Lehramtskandidaten ganz ungemein selten als Prüfungsfach gewählt wird, während vordem „Chemie nebst Mineralogie“ ein sehr beliebtes Prüfungsfach war. Beispielsweise hatte Verf. von 1909—1917 in Kiel trotz dessen kleiner Studentenzahl Dutzende von Prüfungen gemeinsam mit den chemischen Kollegen abzuhalten, während von 1921—1926 in Berlin trotz seiner großen Studentenzahl keine einzige Prüfung in Mineralogie stattfand! Es leuchtet ein, daß der Kandidat das Zusatzfach Mineralogie aus praktischen Erwägungen sehr selten freiwillig wählen wird, da er im Schulunterricht mit dieser Fakultät „nichts anfangen kann“. Definiert doch KARL REINHARDT in seinen „Erläuterungen“ zur preußischen Prüfungsordnung (1917) solche Zusatzfächer als „wissenschaftliche Gebiete, für die kein lehrplanmäßiger Unterricht in den Höheren Schulen angesetzt ist“ (s. S. 37). Man erkennt ohne weiteres, daß hierin ein Wandel geschaffen werden muß; es ist vollkommen unerfindlich, warum eines der „drei Naturreiche“ (Pflanzen, Tiere und Mineralien) gegenüber den beiden anderen im Unterricht so vollkommen vernachlässigt wird, zumal wenn man bedenkt, daß Botanik und Zoologie von den untersten Klassen bis in die obersten hinein, z. T. in Gestalt von „Biologie“, lehrplanmäßige Fächer sind. Welche Wichtigkeit die Mineralogie besonders auch für den Chemie-Unterricht und das Chemie-Studium besitzt, zeigen sämtliche deutschen Prüfungsordnungen für das Höhere Lehramt. Selbst die preußische Prüfungsordnung, obwohl sie die für die Pflege der Mineralogie ungünstigste ist, setzt doch immerhin fest, daß für die Prüfung in Chemie als Hauptfach der „Nachweis des erfolgreichen Besuches . . . mineralogischer Übungen“ erbracht werden muß; auch bestimmt sie weiter, daß in der mündlichen Chemie-Prüfung nachzuweisen ist „Bekanntheit mit den am häufigsten vorkommenden Mineralien

hinsichtlich ihrer Kristallform, ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften und ihrer praktischen Verwertung, sowie mit den wichtigsten Gebirgsarten“. Für die mündliche Prüfung in Chemie als Nebenfach wird u. a. gefordert „Bekanntheit mit Vorkommen, Darstellung und Eigenschaften von Elementen, anorganischen und einigen organischen Verbindungen, die für die Vorgänge in der Natur, für das tägliche Leben und für die chemische Technologie Bedeutung haben“; die hier vom Verf. unterstrichenen Worte kennzeichnen die Gegenstände und Aufgaben der Mineralogie, nicht der Chemie. Praktisch durchaus unzulänglich sind diese Bestimmungen freilich schon dadurch, daß der prüfende Chemiker gar nicht in der Lage ist und auch gar nicht in der Lage sein kann, die Kenntnisse des Kandidaten in bezug auf morphologische und physikalische Eigenschaften der Mineralien und in bezug auf „Gebirgsarten“ (ein veraltetes Wort für „Gesteine“) festzustellen. Diese Prüfungsordnung bedeutet also eine Unmöglichkeit!

In der Tat beeinträchtigt die preußische Prüfungsordnung die Mineralogie ganz außerordentlich nicht nur gegenüber der früheren preußischen Ordnung (vor 1917), sondern auch gegenüber den gegenwärtigen Ordnungen der anderen deutschen Länder! So ist in der sächsischen Ordnung vom 1. Mai 1908 an das Prüfungsfach der Chemie für Nicht-Biologen das Prüfungsfach der Mineralogie fest gebunden; überdies kann in Sachsen das Fach Mineralogie auch noch mit Botanik und Zoologie sowie mit Mathematik und Physik verbunden werden.

Die bayerische Ordnung vom 4. September 1912 bestimmt, daß Mineralogie mit Chemie, Biologie, Geographie und Geologie untrennbar verbunden sind.

Die badische Ordnung vom 2. April 1913 setzt fest, daß „Chemie und Mineralogie mit Geologie“ ein einziges Prüfungsfach bedeuten.

Nach der württembergischen Ordnung vom 18. Juni 1913 sind Chemie, Botanik, Zoologie, Mineralogie, Geologie und Geographie untrennbar verbunden.

Auf Grund aller dieser Tatsachen und der weiteren Tatsache, daß auf den Höheren Schulen Preußens die Mineralogie, soweit überhaupt, stets im Rahmen des Chemie-Unterrichts gelehrt wird, ist für künftig folgendes zu fordern:

Mineralogie gilt nach wie vor als Zusatzfach und Ersatz für ein Nebenfach in dem Sinne von § 8 der bisherigen Prüfungsordnung, aber mit der weiteren Bestimmung, daß sie obligatorisches Prüfungsfach (Nebenfach) für diejenigen Kandidaten ist, die Chemie als Hauptfach anmelden. Daß dann die Mineralogie-Prüfung von einem Mineralogen vorgenommen wird und aus dem Rahmen der eigentlichen Chemie-Prüfung herausfällt, ist wohl

selbstverständlich. Ferner bleibt natürlich die Möglichkeit bestehen, daß Mineralogie auch von Nicht-Chemikern als Zusatzfach mit der Geltung eines Nebenfaches angemeldet werden kann.

Da Mineralogie und Geologie bereits durch den Erlaß vom 30. Januar 1919 unabhängig voneinander gemacht sind, wird durch unsere obige Forderung die Geologie nicht berührt; ich möchte aber anregen, daß die Geologie für Geographie-Kandidaten genau ebenso obligatorisch gemacht werde wie die Mineralogie für Chemie-Kandidaten.

5. Technik und mechanische Praxis.

Über das Abätzen von Wollastondrähten¹⁾.

Nach H. BRÜNING geschieht das Abätzen der Silberhülle von Platin-Wollastondraht mit 1–3 μ Seelendurchmesser am besten folgendermaßen. Ein Glasstab wird viermal rechtwinklig gebogen. An dem einen der in eine Gerade fallenden Enden des Glasstabes wird der Draht mit zähem Kanadabalsam festgeklebt, wodurch beim Abätzen die zum Anlöten nötige Silberhülle an dem in Salzsäure getauchten Ende erhalten bleibt. Das andere Ende des Drahtes befestigt man am anderen Glasstabende durch Überstreifen eines Ventilkummi. Nach dem Abätzen mit Salzsäure läßt sich der Draht hier leicht herausziehen, während am anderen Ende der Kanadabalsam durch Eintauchen in Äther abgelöst wird. Vor dem Verlorengehen behütet man die abgeätzten Drähte durch Auflegen auf schwarzen Samt, auf dem selbst Drähte von 0,001 mm Durchmesser sichtbar sind. Mühelos ließen sich so im Laboratorium von W. C. Heräus, Hanau, Drähte von 1,5 μ Durchmesser und 20 cm Länge herstellen.
A. Wenzel.

Stroboskopische Messungen²⁾.

Um beim Auszählen regelmäßig verlaufender, periodischer Bewegungsvorgänge, wie z. B. des Umlaufs eines Punktes um eine Achse oder das Schwingen einer Saite auch bei hohen Frequenzen, eine hohe Meßgenauigkeit zu erzielen, verwendet man vorteilhaft Anordnungen, die auch bei höheren Drehzahlen eine direkte optische Beobachtung ermöglichen, sog. stroboskopische Anordnungen. Als Beispiele seien die pulsierende Lampe (Bogen- oder Glimmlampe) oder auch schwingende Systeme wie Stimmgabeln, manometrische Flammen oder dergleichen genannt. Allgemein lassen sich stroboskopische Anordnungen mit Hilfe von Scheiben, die mit Löchern, Schlitzen, farbigen Sektoren u. ä. als Merkzeichen besetzt sind, herstellen.

Bei dem Einscheibenverfahren verwendet man nach LINCKH und VIEWEG eine rotierende Scheibe mit Merkzeichen und entweder

Zum Schluß sei bemerkt, daß auf den Höheren Schulen künftig ein Lehrplanmäßiger Unterricht in Mineralogie angesetzt werden muß. Das kann aber naturgemäß erst geschehen, nachdem durch die Reform der Prüfungsordnung dafür gesorgt ist, daß derjenige, der in den oberen Klassen Chemie unterrichtet, die nötige mineralogische Ausbildung besitzt. Dann erst ist es an der Zeit, auch die für den mineralogischen Unterricht durchaus notwendige Reform zu erörtern und einzuleiten.

eine pulsierende Lichtquelle oder ein mechanisch schwingendes System. Ist bei ersterem n_1 die minutliche Drehzahl der umlaufenden stroboskopischen Scheibe und l_1 die Zahl der auf dem Umfang gleichmäßig verteilten Merkzeichen, n_2 die Zahl der Lichtblitze der Lichtquelle in der Minute, so beobachtet man bei gewissen Drehzahlen gleichzeitig auf dem ganzen Umfang A stillstehende Bilder der umlaufenden Merkzeichen. A ist dann durch die Formel gegeben:

$$A = \frac{l_1 n_2}{(l_1, n_1, n_2)}, \dots \dots (1)$$

worin (l_1, n_1, n_2) nach der in der Zahlentheorie üblichen Schreibweise den größten gemeinsamen Teiler der Zahlen l_1 , n_1 und n_2 darstellt. Ist n_1 beispielsweise unbekannt, so kann n_1 immer nur ein ganzzahliges Vielfaches von $\frac{n_2}{A}$ sein. Aus

mehreren Messungen läßt sich dann n_1 finden. Verwendet man ein schwingendes System von n_2 minutlichen Schwingungen, so gilt die Formel

$$A = \frac{l_1 \cdot n_1}{(l_1, n_1, n_2)} \dots \dots (2)$$

Dabei läßt sich n_1 bestimmen nach der Gleichung

$$n_1 = \frac{n_2 \cdot A}{k \cdot l_1},$$

worin $(k, A) = 1$ sein muß.

Bei dem Zweiseibenverfahren wird außer der Merkzeichenscheibe auf der zu untersuchenden Drehachse noch eine zweite Scheibe auf einem Hilfsmotor verwendet. Ist l_1 die Zahl der Merkzeichen auf dem Umfang der ersten Scheibe, die n_1 Umdrehungen pro Minute macht, und wird diese durch eine mit l_2 Schlitzen oder Löchern auf dem Umfang versehenen zweiten Scheibe mit n_2 Umdrehungen in der Minute beobachtet, so ist die Zahl A der beim stroboskopischen Vorgang auf dem ganzen Umfang gleichzeitig zu beobachtenden Bildpunkte gegeben durch die Formel

$$A = \frac{l_1 \cdot l_2}{(l_1 n_1, l_2 n_2)} \{n_1 \pm n_2\}, \dots \dots (3)$$

worin das positive Zeichen für Gegenlauf der beiden Scheiben, das negative für Gleichlauf derselben gilt.

Mißt man bei umlaufenden stroboskopischen Bildern, d. h. in der Nähe der für das Stillstehen erforderlichen Drehzahlenverhältnisse, so zählt

¹⁾ Nach HANS BRÜNING, Zeitschr. f. Instrumentenkunde 46, 29; 1926.

²⁾ Nach H. E. LINCKH und R. VIEWEG, Zeitschrift f. Instrumentenkunde 46, 30; 1926.

man am besten die Zahl der Bilder, die an einer festen Marke in der Zeit t vorübergehen, was für bis höchstens vier Vorübergänge in der Sekunde noch sicher möglich ist. Ist n_1 die Drehzahl, bei der das stroboskopische Bild gerade stillstehen würde, und n_1' die wirkliche Drehzahl, so bezeichnet man als Schlüpfung den Quotienten

$$s = \frac{n_1 - n_1'}{n_1} \dots \dots \dots (4)$$

Erwähnt sei zum Schluß, daß bei diesen stroboskopischen Messungen auch physiologische Einflüsse, wie die Bildnachwirkung im Auge, insbesondere für die Bildschärfe und die Grenzen der Beobachtungsmöglichkeit, eine Rolle spielen.

A. Wenzel.

Prüfung, Leistung und Eigenschaften optischer Beugungsgitter und Wege zu deren Verbesserung¹⁾.

Die ersten Glasgitter hat FRAUNHOFER durch Einritzen der Teilung mit einem Diamanten mit Hilfe einer besonderen Teilmaschine hergestellt. Nächst FRAUNHOFER hat F. A. NOBERT (1846) brauchbare Gitter mit einer sorgfältig zusammengebauten Teilmaschine gewonnen, wobei er seine Erfahrungen, die er bei der Herstellung von Teilungen zur Prüfung von Mikroskopobjektiven gesammelt hatte, verwendete. Er erkannte, daß der Druck, mit dem der Diamant auf der zu teilenden Fläche aufliegt, mit abnehmendem Furchenabstand kleiner werden muß, soll nicht der Furchenrand zu unregelmäßig ausgebrochen erscheinen. Ihm gelang es, auf ein Millimeter bis zu 4000 Furchen herzustellen. Die Intensität der Spektren wurde dann erheblich größer, als L. M. RUTHERFORD und D. C. CHAPMANN selbst geteilte Gitter auf Spiegelmetall verwendeten. Die Ungenauigkeiten der Gitterteilungen hatten stets ihre Ursache in Fehlern der Schrauben und des Baues der Teilmaschine. Diese zu beseitigen, bemühte sich W. A. ROGERS (1880), dessen Erfahrungen dann der Amerikaner H. A. ROWLAND sich zu Diensten machte. Dieser hat einerseits ein neues Verfahren angegeben, Schraubenfehler durch Schleifen auszugleichen und so einen wesentlichen Teil der Gitterteilmaschine verbessert. Andererseits hat er als erster Gitterteilungen auf Hohlspiegeln angebracht, deren Verwendung die Benutzung eines Spaltfernrohrobjektivs und eines Beobachtungs- oder Kamerafernrohrobjektivs erübrigte. Während die größten Rowlandschen Gitter 15 cm Breite besaßen, stellte H. A. MICHELSON später (1907) solche von 21 cm und mehr mit über 500 Linien auf ein Millimeter her.

Wie die hier kurz skizzierte Entwicklung der optischen Gitter zeigt, hat man wohl größten Wert auf höchste Präzision beim Bau und Betrieb der Teilmaschine gelegt, die sonstigen Fehlerquellen aber bisher unberücksichtigt gelassen. L. C. GLASER¹⁾ hat nun neuerdings zunächst die Furchen einiger Gitter, deren optische Eigenschaften bekannt waren, mit starker Ver-

größerung und größtem Auflösungsvermögen mikrographisch untersucht und neue Fehlerquellen, die teils im furchenden Diamanten liegen, teils im Gefüge des Spiegelmetalles zu suchen sind, festgestellt und Wege zu ihrer Beseitigung angegeben. Untersucht wurden so 14 Plan- und Konkavgitter. Von den bei diesen Gittern beobachteten Fehlern seien hier nur zwei genannt, die bei mehreren Gittern wiederkehrten, der veränderliche Abstand der Furchen und der Einfluß der Metallstruktur auf die Ausbildung und Linienführung der Furchen.

Zur Untersuchung des erstgenannten Fehlers wurden die Gitter mikrographisch bei etwa 900 facher Vergrößerung aufgenommen und in den Photographien dann der Furchenabstand an den verschiedensten Stellen gemessen. So ließ sich die Gitterkonstante an jeder Stelle bis auf Hundertstel μ genau feststellen. Dabei stellte sich heraus, daß die erfahrungsgemäß optisch weniger guten Gitter auch die meisten Verschiedenheiten der Gitterkonstanten zeigten. Daneben fehlten in einigen Gittern an einzelnen Stellen die Furchen überhaupt oder waren nur mangelhaft eingeritzt als Folge besonders grob kristalliner Struktur des Spiegelmetalles an diesen Stellen. Auf Grund dieser Untersuchungen und eigener praktischer Erfahrungen kommt GLASER zu dem Ergebnis, daß die Gitterkonstante und die Beschaffenheit der Furchen nicht wie bisher üblich nach Vollendung der Gitterteilung auf optischem Wege festgestellt werden darf, sondern daß es von Wichtigkeit ist, diese beiden Faktoren schon während der Herstellung des Gitters dauernd zu kontrollieren. Nur so lassen sich Veränderungen am Diamant während des Schneidens oder Fehler im Spiegelmetall rechtzeitig erkennen und ihre Folgen abwenden. Gerade die richtigen Eigenschaften des Spiegelmetalles sind für die Güte des Gitters von vitaler Bedeutung.

ROWLAND und andere verwandten für ihre Gitter zumeist das Rossesche Spiegelmetall aus 68% Kupfer und 32% Zinn, das gegen störende Oxydationsvorgänge verhältnismäßig empfindlich, gegen Säuren nicht besonders empfindlich ist, sehr dagegen gegen Schwefelwasserstoffgehalt der Luft, wobei schon die geringsten Mengen störende Anlauffarben hervorbringen. Viel bessere Eigenschaften zeigt das von GLASER für diesen Zweck vorgeschlagene „Inwar“, eine stark (bis 36% Ni) nickelhaltige Stahlegierung, die u. a. auch einen sehr geringen Temperaturausdehnungskoeffizienten zeigt. Zur Verbesserung der Rosseschen Legierung wurden diesem Metall mit 32% Zinn bis zu 2% Vanadium zugesetzt, wodurch es größere Zähigkeit und größere Bruchfestigkeit erhielt. Interessant ist auch der Nachweis, daß durch das Teilen von Spiegelmetall in der von ROWLAND benutzten Zusammensetzung die Kristallstrukturen des Spiegelmetalles zum Vorschein kommen, was bei dem neu angegebenen Nickelstahl und der Vanadinbronze nicht auftritt.

A. Wenzel.

¹⁾ Nach L. C. GLASERs gleichnamiger Arbeit in Zeitschr. f. techn. Phys. 7, 31; 1926.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Alte Vorstellungen und neue Tatsachen der Physik. Drei Vorlesungen. Von LEO GRATZ. Leipzig 1925, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 120 Seiten; 11 Abbildungen. RM. 3.50.

Der Verfasser gibt in den drei Vorlesungen eine kurze Übersicht über den gegenwärtigen Stand physikalischer Forschung in historisch-genetischer Entwicklung. Ausgehend von den beiden Grundlagen physikalischer Erkenntnis: den experimentell gefundenen Tatsachen und Gesetzen einerseits und den sich auf diesem Fundament erhebenden Theorien andererseits, entwickelt er in den drei Vorlesungen: 1. Stoffe oder Bewegungen; 2. Die Energiequanten. Die Theorie des Lichts. Der Äther; 3. Energie und Trägheit. Arbeit und Wirkung. Elementargesetze und Statistik — den allmählichen Wechsel in der Gesamtanschauung des physikalischen Geschehens. Jedesmal beginnt er mit der historischen Entwicklung des Einzelproblems, zeigt die Umwälzungen und Krisen physikalischer Erkenntnis auf und führt an Hand dieser Entwicklung bis zum augenblicklichen Stand physikalischer Forschung mit allen ihren neuen Richtungen, die nach einheitlicher, eindeutiger Zusammenfassung drängen. Das so gewonnene Gesamtbild weist deutlich auf die augenblickliche Krise hin, die Neues, Werdendes, Unfertiges, Unausgereiftes, aber auf eine neue Entwicklung Hinzuliefendes deutlich sichtbar werden läßt. „So bietet die Physik heute das Bild des Unfertigen, des in lebhafter Bewegung nach Neuem und Sicherem Suchenden, während vor noch nicht langer Zeit die Physik umgekehrt den Anschein völliger Sicherheit und Bestimmtheit bot. Das Sichere und Bestimmte liegt immer in dem Tatsachenmaterial der Physik; dieses ist unverändert geblieben und hat sich nur bedeutend vermehrt. Die Unsicherheit liegt nur an der theoretischen, bildmäßigen Zusammenfassung dieses alten und neuen Tatsachenkomplexes. Und wenn die Physik für solche Bilder nun wieder anfängt, neue Stoffe anzunehmen, während sie früher die ‚Imponderabilien‘ eliminiert hatte und dadurch eine höhere Stufe der Erkenntnis erreicht hatte, so zeigt sich darin nur, daß die Natur vielseitig ist und von vielen Seiten aufgefaßt werden muß, wobei die Wissenschaft bald die eine Seite, bald die andere, je nach den gewonnenen Erfahrungstatsachen, eine Zeitlang bevorzugt, bis sie, durch neue Tatsachen gezwungen, sich wieder der anderen Seite zuwendet. Aber bei diesem Wechsel der Bilder werden immer mehr die unwesentlichen, willkürlichen Züge derselben ausgemerzt, so daß jedes neue Bild eine immer vollkommenere Darstellung von dem wirklichen Ablauf des physikalischen Geschehens gibt.“

Das Buch sollte jeder Physiker, namentlich wenn er nicht die Möglichkeit hat, zusammenhängende einschlägige Werke zu studieren, kennen lernen. Die klare, fesselnde Diktion erleichtert das Studium dieser empfehlenswerten Schrift. *K. M.*

Geschichte der Physik. Von EDMUND HOPPE. Braunschweig 1926. Vieweg & Sohn. 536 Seiten. RM. 30.—.

HOPPE hat seinem Buche die Bezeichnung „Geschichte der Physik“ gegeben aus der Erkenntnis heraus, daß es „wohl in den verschiedenen Zeitabschnitten mehr oder weniger vorherrschende Gesamtideen gibt“, daß „sie aber nur fruchtbar gewesen sind, soweit sie aus den Forschungsergebnissen über die Einzelprobleme hervorgegangen sind“. HOPPE hat sich also als Ziel gesteckt, die Geschichte der Einzelprobleme darzustellen, aus denen die physikalische Gesamtanschauung erwächst. Die Persönlichkeiten der Physiker und ihre Entwicklung als Forscher bleiben bewußt unberücksichtigt.

Gleichwohl schickt er der Behandlung der Einzelprobleme eine kurze, knappe, aber inhaltreiche und dem nicht auf die Antike eingestellten Leser eine Fülle von Stoff bietende Orientierung über die Physik des Altertums und Mittelalters voraus. Von Thales angefangen wird die Vertiefung naturphilosophischer Erkenntnis bis zu Demokrit einfach und klar aufgezeigt. Die Bedeutung Platos für die Naturwissenschaft wird plastisch herausgestellt und belegt durch zahlreiche Stellen aus seinen Dialogen. Dann führt der Weg über Aristoteles zu Archimedes und Heron und mündet bei den astronomischen, optischen und chemischen Leistungen der Araber. Auch über den Stand der Forschung im Mittelalter erfährt man Einiges, namentlich über Leonardo da Vinci.

Mit Beginn der Neuzeit fängt die grundsätzliche Behandlung der Einzelprobleme nach der geläufigen bisherigen Einteilung der Gebiete der Physik an. Der Reihe nach werden Probleme der Mechanik, der Wärme, der Optik und Elektrizität und des Magnetismus abgehandelt. Jedem dieser Hauptabschnitte ist eine kurze allgemeine historische Einleitung, immer von der ältesten Zeit beginnend, vorangeschickt. Jedes Einzelproblem wird in seiner ganzen historischen Entwicklung behandelt, vom ersten Forscher, der sich mit ihm beschäftigt hat, bis zur Gegenwart. Überall hat HOPPE möglichst die Originalabhandlungen zitiert, so daß alles nachgeprüft und damit sicher beurteilt werden kann.

Ich greife beliebig aus der Mechanik heraus das Kapitel: Barometrische Höhenmessung. Wir erfahren, daß sich Torricelli, Pascal, Mariotte mit dem Problem beschäftigt haben, daß Halley die Höhenbestimmungsformel aufgestellt hat ohne Berücksichtigung der Temperatur, daß Euler diese Unterlassung bemerkt und durch Einführung des Temperaturfaktors ausgeglichen hat, daß endlich abschließend eine zusammenfassende Darstellung über „die barometrische Höhenmessung“ von Rühlmann (Leipzig 1870) gegeben wurde.

In dem Abschnitt über Kathodenstrahlen wird ihre Entdeckung, ihre Eigenschaften, ihre

Bedeutung und Verwendung deutlich und historisch abgehandelt, anknüpfend an Geißler, Plücker, Hittorf, Goldstein, Crookes, Hertz, Wiedemann, Thomson. Dann führt die Forschung weiter über die Kanal- zu den Röntgenstrahlen, zu Becquerel und Curie, zur Elektronentheorie.

Eine Fülle von Erkenntnistatsachen, die nicht nur das System, das schließliche gegenwärtige Forschungsergebnis, sondern vor allem den Weg — oft den langen, meist übersehenen — aufzeigen.

Sehr instruktiv, namentlich für die Lehrer an den höheren Schulen, ist der Abschnitt über „Kraft, Masse und Arbeit“. Das Ringen der Forscher früherer Jahrhunderte um diese Begriffe gibt Fingerzeige für eine sorgfältige didaktische Unterrichtsarbeit mit den Schülern.

Alles in allem: das Buch sollte in keiner Bibliothek fehlen, jeder Lehrer sollte es lesen und unterrichtlich benutzen lernen.

Wenn auch HORPE im allgemeinen bei der klassischen Physik bleibt und Forschungsergebnisse nur bis zur Wende des vorigen Jahrhunderts benutzt, so behält das Buch doch bleibenden Wert. Ein umfangreiches und sorgfältig gearbeitetes Namen- und Sachregister (S. 513 bis 536) erhöht die Brauchbarkeit des empfehlenswerten Buches.

Für die neueste Zeit bietet: GRAETZ, „Alte Vorstellungen und neue Tatsachen der Physik“ eine zwanglose Fortsetzung. *K. M.*

Physik für Seefahrer unter besonderer Berücksichtigung der Funkentelegraphie. Von Dr. FRIEDRICH BOLTE und Dr. HEINRICH MELDAU. Zugleich 5. Auflage des Bolteschen Leitfadens für den Unterricht in der Physik. Mit 463 Abb. Braunschweig 1925, Vieweg & Sohn. VI und 359 Seiten.

Beim flüchtigen Durchblättern findet man unter den Figuren viele alte Bekannte aus der eigenen Schulzeit. Es sind aber fast immer gute Bekannte, und neben ihnen findet sich viel Neues. Das Mathematische ist auf ein winziges Minimum reduziert; auch schwierigere Probleme (Kreisel) werden rein anschaulich experimentell mit großem Geschick behandelt. Der Bestimmung des Buches gemäß sind die Kapitel ausführlicher gehalten, die für den Seemann von Bedeutung sind, und ich muß sagen, daß ich gerade diese Abschnitte mit besonderem Interesse und besonderer Freude gelesen habe. Als Physiklehrer können wir hier mancherlei Anregung finden, sei es für Aufgaben (besondere Arten von Flaschenzügen, Tiefenlotung usw.), sei es für den sonstigen Unterricht (Stabilität, Kreisel, Kompaß u. a.). Ich möchte darum allen Kollegen, die Gelegenheit dazu haben, den Rat geben, das Büchlein einmal durchzusehen und aus ihm Anregung zu entnehmen.

E. Lamla.

Nichteuklidische Geometrie in elementarer Behandlung. Von Dr. MAX SIMON, weil. Professor am Lyzeum, Honorarprofessor der

Universität Straßburg i. E. Bearbeitet von Dr. KUNO FLADT, Vorstand der Realschule Vaihingen a. F. Leipzig und Berlin 1925, B. G. Teubner, XVII u. 115 S. Brosch. RM. 8.—.

Das im Rahmen der „Beihefte zur Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht“ erschienene Buch ist vortrefflich geeignet, in das Gebiet der nichteuklidischen Geometrie einzuführen. Der Verfasser, von dem KUNO FLADT ein liebevolles Lebensbild entwirft, hatte das Gebiet in Vorlesungen behandelt, die durch den Bearbeiter eine dem neuesten Stande der Wissenschaft angepaßte Ergänzung erfahren. Gerade die hier gewählte Darstellungsart, die von den Axiomen Euklids beginnend den Zusammenhang mit der euklidischen Geometrie herstellt und dann unter vorwiegender Betonung der hyperbolischen nichteuklidischen Geometrie bis zur Behandlung der Trigonometrie und der Anfänge der Stereometrie fortschreitet, scheint mir für den Lehrer von besonderem Wert zu sein, da der anfänglich völlig durchführbare Verzicht auf von der Schulmathematik abseits liegende Gebiete es gestattet, die hier vorliegenden Probleme gelegentlich besonders begabten Schülern aufzuzeigen. Ein geschichtlicher Anhang stellt die Leistungen der hier in Betracht kommenden Mathematiker zusammen, eine ausführliche Bibliographie weist die Wege zu weiterem Fortschreiten, ein weiterer Anhang bietet Aufgaben zur Vertiefung des Stoffes. Das Buch erscheint hierdurch wie durch die beigegebenen Register und ein Bild des Verfassers als wertvolle Bereicherung jeder mathematischen Bibliothek. *Dr. Eugen Stock.*

Superheterodynempfänger von E. F. MENDINGER. Mit 49 Textabbildungen. (Bibliothek des Radioamateurs, herausgegeben von Dr. EUGEN NESPER, 27. Band.) VI u. 68 S. Berlin 1926. Verlag von Julius Springer. RM. 2.70.

Ein Buch, geschrieben für Amateure und Bastler, und sehr gut für sie geeignet. Es wird jedem nach Lesen des Werkchens die Wirkungsweise des „Super“ klar geworden sein. Auch alle Fehlerquellen werden erörtert, wodurch die Wirkung dieser in gewisser Weise unübertrefflichen Empfängerart beeinträchtigt werden kann. Streng physikalisch genommen, enthält das Bändchen einige Unstimmigkeiten; so kommt z. B. die in den meisten Amateurschriften auftretende Verwechslung der Begriffe Kraft, Energie und Leistung auch hier vor. Formeln sollten grundsätzlich mit den Bezeichnungen geschrieben werden, die jetzt allgemein üblich sind: die Selbstinduktion bezeichnet man nicht mit H , sondern mit L . Das Buch zeugt von großer Sachkenntnis und Erfahrung des Verfassers, der es nicht nötig hätte, im Vorwort sein eigenes Werk allen Radiofreunden zu „empfehlen“, ein Verfahren, das in einem Vorwort immerhin ziemlich ungebräuchlich ist. Der Inhalt muß das Buch empfehlen, aber nicht sein Autor!

Dr. Friedrich Moeller.

Gezeitenprobleme des Meeres in Landnähe. Von A. DEFANT. Probleme der kosmischen Physik VI. Hamburg 1925, Henri Grand.

Der Verfasser beschäftigt sich hier mit einem Gebiet, auf dem er bereits früher eine große Zahl von Arbeiten hat erscheinen lassen, indem er eigene und fremde Untersuchungen zusammenfaßt und erweitert. Eine gute Literaturübersicht über alle wesentlichen Veröffentlichungen seit 1911 am Schluß des Buches gibt Auskunft über das verarbeitete Material, doch sind daneben auch die in Anmerkungen aufgeführten Werke zu beachten. Das Buch wird gegenwärtig besonders willkommen sein, da namentlich durch die Meteor-Expedition meereskundliche Fragen auf erhöhtes Interesse rechnen dürfen.

Während frühere Arbeiten entweder nur die Ermittlung der fluterzeugenden Kräfte zum Gegenstand hatten, oder die Ermittlung der Gezeiten eines die ganze Erde umflutenden Ozeans unter Außerachtlassung anderer Faktoren, werden hier die Vorgänge behandelt und rechnerisch zu erfassen gesucht, wie sie wirklich in den auf der Erde vorhandenen Rand- und Nebenmeeren auftreten. Dabei wird zunächst auch noch Erdrotation und Reibung vernachlässigt. Die Gezeiten in solchen Meeresbecken haben einen doppelten Ursprung: selbständige Gezeiten und Mitschwingungsgezeiten. Beide haben dabei den Charakter stehender Wellen. Wegen der meist verhältnismäßig geringen Tiefe der Meeresbecken ist aber die Amplitude der selbständigen Gezeit nur gering. Erst hierauf wird der modifizierende Einfluß von Rotation und Reibung mitberücksichtigt, der allerdings vorläufig nur für Becken mit konstant rechteckigem Querschnitt rechnerisch völlig erfaßbar ist. Immerhin zeigt sich, daß diese Faktoren die stehende Welle in eine fortschreitende oder eine Drehwelle umwandeln, und zwar ist dabei die Rotation wesentlich stärker verantwortlich als die Reibung.

Die Durcharbeitung des vorhandenen Beobachtungsmaterials für verschiedene Randmeere und sein Vergleich mit den durch Rechnung gefundenen Werten für die Gezeiten ergibt im ganzen eine gute Übereinstimmung auch bei recht komplizierten Meeren wie dem westlichen Mittelmeer oder der Nordsee.

Ein Hauptwert der Arbeit liegt darin, daß sie zu neuen Beobachtungen der wirklichen Vorgänge anregt. Daß solche Arbeiten auch einen

großen praktischen Wert haben können, haben im Kriege die Arbeiten von MERZ bewiesen.

Dr. Scheer.

Grundzüge der Chemie mit besonderer Berücksichtigung der anorganischen Chemie und Technologie. Von W. A. РОТН. Mit 43 Abbildungen. Braunschweig 1925, Vieweg & Sohn. VIII + 265 Seiten.

Dieses Buch ist aus den Vorlesungen entstanden, die der Verfasser seit 1920 an der Technischen Hochschule Braunschweig über die „Grundzüge der Chemie für Ingenieure“ gehalten hat. Unter weiser Beschränkung des Stoffes sind die Haupttatsachen der anorganischen Chemie in außerordentlich klarer und geschickter Weise dargestellt worden. Auch die Einleitung in die allgemeine Chemie, die die Ausführungen eröffnet, ist von einer Klarheit der Darstellung, daß sie auch dem Anfänger wohl kaum Schwierigkeiten machen wird. Die Auswahl, die bei der Behandlung der einzelnen Elemente getroffen worden ist, zeigt eine geschickte Verknüpfung von chemisch-wissenschaftlich wichtigen Ergebnissen mit technologisch bedeutenden Verfahren. Die häufig wiederkehrenden Hinweise auf geschichtlich wichtige Entwicklungen und die eingestreuten wirtschaftlichen Angaben sind äußerst wertvoll. Die Durchdringung des Buches mit physikalisch-chemischen Betrachtungen zeigt überzeugend die Wichtigkeit dieser Gebiete auch für die Technik.

Die organische Chemie ist außerordentlich knapp behandelt worden, eigentlich ist nur ein Anhang über Treibmittel und Schmieröle gegeben worden. Gewiß ist bei der Behandlung der organischen Chemie ein Zuviel besonders zu vermeiden, andererseits ist eine Auswahl außerordentlich schwer, vielleicht könnten aber bei einer neuen Auflage einige Ausführungen aus der Farben-, Sprengstoff- und Gärungschemie Platz finden. Sicherlich würde es dem Verfasser gelingen, auch diese Gebiete in meisterhafter Klarheit und Kürze zu behandeln.

Das Werk von РОТН stellt eine äußerst wertvolle Bereicherung unserer chemischen Literatur dar und wird weit über die Kreise hinaus, für die es eigentlich entstanden ist, Beachtung finden. Für den Lehrer der Chemie, der nur zu oft noch in der Stofffülle der Chemie untergeht, bietet das Buch eine sehr große Reihe von Anregungen und hilft ihm bei der Auswahl seines Unterrichtsstoffes.

Dr. Petzold.

Aus Werkstätten.

Einfache elektrische Röhrenöfen mit Silitheizung liefert die Firma Dr. Carl Goercki, Inh. Dr. Fritz Taurke in Dortmund, Saarbrückerstr. 29. Die nachstehend abgebildeten Öfen (Fig. 1) bestehen aus einer Tragvorrichtung für das Reaktionsrohr, zwei Heizstäben aus Silit und einer Wärmeisolierung.

Die Heizlänge beträgt 250 mm, der äußere Durchmesser der Einlegeröhre kann 20 bis 22 mm

betragen. Die Höchsttemperatur ist je nach der Isolierung 1080° bzw. 900° bei geschlossenen Deckeln und erreicht selbst in dem einfachen offenen Ofen noch 800°, im Innern des Porzellan-einlegerohres gemessen. Wie die untenstehenden Kurven (Fig. 2) zeigen, wird diese Temperatur sehr rasch, und zwar in etwa 10 bis 15 Minuten erreicht.

Die Öfen eignen sich besonders zur Benutzung im Unterricht, da sie sehr rasch hohe und dabei

gleichmäßige Temperaturen geben und die Beobachtung nicht nur der Vorgänge im Reaktionsrohr, sondern auch des Heizkörpers selbst gestatten. Infolge der einfachen Bauart sind die Öfen leicht zu behandeln und erfordern keine Reparaturen. Eine Überlastung der Heizstäbe ist unschädlich, so daß ihre Lebensdauer außerordentlich groß ist. Sollte ein Stab durch Bruch oder dergl. unbrauchbar werden, so kann er in

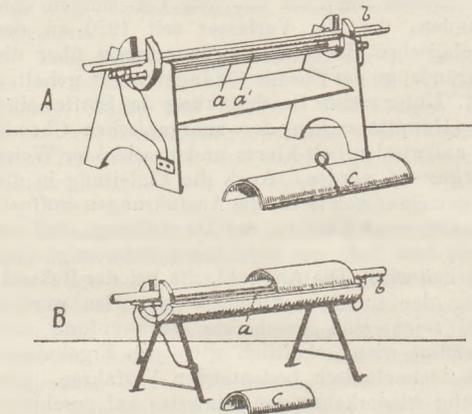


Fig. 1.

wenigen Minuten ausgewechselt werden, ohne daß der Ofen eingesandt werden müßte.

Die Öfen können entweder mit durchgehendem freiliegendem oder durch Eisen- u. Schamottierinne wie bei dem Gasverbrennungsöfen getragenen Rohr benutzt werden, z. B. zum Glühen im Sauerstoffstrom oder mit anderen durchgeleiteten Gasen, oder auch mit einseitig geschlossenem Rohr zur Sauerstoffentwicklung, zur trockenen Destillation u. a. Sie haben dabei vor den Gasverbrennungsöfen den Vorzug gleichmäßiger Erhitzung und daher geringeren Verschleißes von Röhren.

Die Öfen werden in zwei Modellen hergestellt, von denen A, die einfachste Bauart, mit

starker Asbestabdeckung unterhalb der Heizstäbe und halbzyklindrischem Asbestdeckel ausgestattet ist, während das Modell B in einen Schamottehalbzylinder mit Eisenmantel montiert ist und zwei halbzyklindrische Schamottedeckel besitzt. Die Temperatur ist bei dem letzten Modell infolge der besseren Isolierung etwas

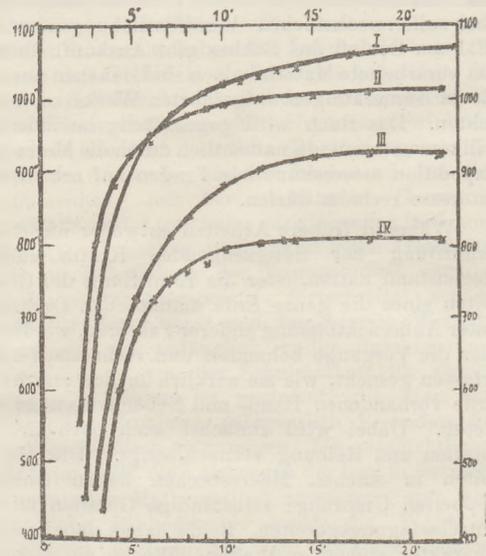


Fig. 2.

höher. Verbrennungsrohre aus Glas können längere Zeit nur bei offenem Deckel erhitzt werden, da die Temperatur sonst für sie zu hoch ist.

Ein Modell C von 20 cm Länge, ganz geschlossen und infolgedessen weniger für Unterrichtszwecke geeignet, gibt Temperaturen bis 1200°.

Der Preis der Öfen ist entsprechend der einfachen Ausführung nur ein Bruchteil dessen der Gasverbrennungsöfen.

Korrespondenz.

Ferienkurse in Jena finden vom 4. bis 17. August 1926 in der Universität statt. Die 79 verschiedenen Kurse von 6- oder 12stündiger Dauer gliedern sich in 10 Abteilungen: Philosophie, Pädagogik, Fragen des freien Volkswesen, Naturwissenschaften, Hauswirtschaft, Staat, Gesellschaft, Geistesgeschichte, Literatur, aus dem Gebiete der Kunst, fremde Sprachen, Deutsch für Ausländer.

In der naturwissenschaftlichen Abteilung interessieren folgende Kurse: Die Biologie im botanischen Schulunterricht (Prof. Dr. DETMER), Anleitung zu botanisch-mikroskopischen Untersuchungen (Prof. Dr. HERZOG), Botanisches Praktikum für Geübtere (Prof. Dr. HERZOG), Zoologie, Entwicklungs- und Vererbungslehre

(Prof. Dr. FRANZ), Zoologische Mikroskopier- und Präparierübungen (Prof. Dr. FRANZ), Populäre Astronomie (Prof. Dr. KNOPF), Zeit- und Ortsbestimmungen (Prof. Dr. KNOPF), Geologie als Grundlage der Heimatkunde (Prof. Dr. WALTHER-HALLE S.), Elektrizitätslehre (Prof. Dr. ESAU), Bau und Tätigkeit des Gehirns (Prof. Dr. NOLL), Physiologie der Verdauung und des Stoffwechsels des Menschen (Prof. Dr. SCHULZ), Lebendige Mathematik in Schule und Leben (Prof. Dr. AUERBACH), Naturphilosophie und idealistische Weltanschauung (Prof. Dr. DETMER).

An Abendvorträgen sind u. a. zu nennen: Bestimmung und Vererbung des Geschlechts bei Pflanzen, Tieren und Menschen (Prof. Dr. RENNER), Neuere Ansichten über den Auf-

bau des Innern der Erde (Prof. Dr. LINCK).
Besuch des Planetariums der Zeiß-Werke.

Ausführliche Programme versendet das
Sekretariat Fräulein Cl. BLOMEYER, Carl-Zeiß-Platz 3.

Herbstferienlehrgang 1926 der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Berlin vom 28. September bis 9. Oktober.

I. Vorlesungen.

1. Prof. Dr. METZNER: Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht in Lichte der Geschichte dieser Wissenschaften. 14 Std. — 2. Direktor Dr. LÜCKE: Die Bedeutung der Hochseefischerei, mit Filmvorführung. 2 Std. — 3. Prof. Dr. HAUSER: Über die Entstehung optischer Vorrichtungen mit besonderer Berücksichtigung des Mikroskops. 2 Std.

II. Übungen.

1. Oberstudiendirektor Dr. PETZOLD: Übungen zur Einführung in die Kolloidchemie. 16 Std. — 2. Prof. Dr. BÖTTGER: Übungen in der organischen Chemie. 16 Std. — 3. Prof. Dr. JOHNSEN: Übungen in einfachen und modernen Methoden der Mineralbestimmung. 16 Std. — 4. Dr. POTONIE: Kohle, Erdöl, Salz; Dr. SEITZ: Die allgemeinen Grundlagen der Stratigraphie und Führungen durch die regionalstratigraphische Schausammlung der Geologischen Landesanstalt; je 8 Std. — 5. Studienrat Dr. HERBERG: Übungen über Arbeitsunterricht im zoologischen Unterricht. 20 Std. — 6. Studienrat FUHRMAYER: Übungen in der Lehrmittelherstellung für den tierkundlichen Unterricht. 20 Std. — 7. Prof. Dr. KOLKWITZ: Übungen über den Bau und das Leben der Pflanzen. 16 Std. — 8. Prof. Dr. KNIEP: Pflanzenphysiologische Versuche mit einfachen Hilfsmitteln. 16 Std. — 9. Oberregierungs- und Medizinalrat Dr. OSTERMANN: Vererbungslehre und Rassenhygiene; Vorträge mit Demonstrationen. 16 Std. — 10. Dr. KÖNIG: Übungen über die wichtigsten Tatsachen der Klima- und Witterungskunde nebst ihrer Behandlung im Unterricht. 16 Std. — 11. Regierungsbaumeister Dr. EWALD: Die Verwertung des Luftbildes im Unterricht. 16 Std. — 12. Studienrat Dr. SCHÄER: Übungen über Meßtischblatt, Relief und Blockdiagramm. 16 Std. — 13. Studienrat Dr. KRAMER: Darstellende Geometrie für Geographen; Kugel- und Kartenprojektion. 16 Std. — 14. Studienrat Dr. ZORN: Übungen in der mechanischen Werkstatt mit Anleitung zur Herstellung und Ausbesserung von Apparaten. 16 Std.

III. Ausflüge und Besichtigungen.

1. Oberstudienrat Dr. STEINBACHER: Der Vogelzug und seine biologische Bedeutung. 2 Ausflüge. — 2. Besichtigung des Chemischen Museums der Technischen Hochschule. — 3. Be-

sichtigung der Landesanstalt für Fischerei. — 4. Besichtigung des Reichsamtes für Landesaufnahme. — 5. Besichtigung des Lautowerkes.

Die Firma E. Leybold's Nachfolger in Köln und Berlin konnte im vorigen Jahre auf ihr 75jähriges Bestehen zurückblicken. Aus Anlaß dieses Jubiläums, das mit Rücksicht auf die Schwere der Zeit nicht besonders gefeiert worden ist, hat Dr. ALFRED SCHMIDT eine Geschichte der Firma 1850—1925 verfaßt. Das vortrefflich geschriebene und prächtig ausgestattete Heft gibt eine packende Übersicht über die Entwicklung des um die Experimentalphysik hochverdienten Unternehmens. Die Darstellung gliedert sich in folgende Abschnitte: Das Unternehmen als vorwiegendes Handelsgeschäft; die Entwicklung der Fabrikation physikalischer Apparate von 1867—1904 und von 1904 bis Kriegsausbruch 1914; die Entwicklung der Spezialabteilung für Luftpumpen 1906—1914; die Kriegsjahre; die Entwicklung seit dem Waffenstillstand; Arbeits- und Lohnverhältnisse. Angenehm berührt die Sachlichkeit der Ausführungen, die sich von Selbstlob fernhalten. Es ist reizvoll, die Bildnisse der Männer zu betrachten, die durch ihre wissenschaftliche und kaufmännische Tätigkeit zur Blüte der Firma beigetragen haben. Besonders anzuerkennen ist die Beigabe der Bilder von verdienten Meistern; diese schlichten Veteranen der Arbeit haben Anspruch auf solche Dankesbezeugung des Unternehmens, dem sie ihre ganze Kraft gewidmet haben. Die zahlreichen Freunde der Firma Leybold wünschen diesem Geschäft eine günstige Fortentwicklung.

Zu dem Aufsatz: „Das physische Pendel in den Schülerübungen“ von Prof. Dr. FRANZ ZIMMERMANN in Heft 2 des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift, S. 49, teilt unser Mitarbeiter Dr. ERICH GÜNTHER in Dresden mit, daß die wesentlichen Punkte dieser Arbeit auch behandelt sind in seiner Abhandlung: „Neue Betrachtungen und Versuche zum physischen Pendel, insbesondere über kleinste reduzierte Pendellänge und kürzeste Schwingungsdauer ebener, schwingungsfähiger Gebilde“; Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften, 30. Jahrgang (1924), S. 58

Am ersten Osterfeiertag, den 4. April, verstarb Herr Bernhard Halle im Alter von 82 Jahren an den Folgen eines Schlaganfalles. Manchem Sammlungsverwalter wird er durch sein treffliches „Handbuch der praktischen Optik“ bekannt sein. Für die optische Schleiftechnik, besonders für die Herstellung der Polarisationsprismen hat er vielfach neue Wege gefunden und wertvolle Anregungen durch seine Veröffentlichungen der Allgemeinheit zugute kommen lassen.

Himmelserscheinungen im September und Oktober 1926.

W. Z.: Welt-Zeit = Bürgerlich. Zeit Greenwich. 0h W. Z. = Mitternacht bürgerl. Zeit Greenwich.
 Stundenzählung von 0h bis 24h. St. Z. = Bürgerl. Zeit Stargard = W. Z. + 1h.

W. Z.	September						Oktober						Nov. 2	
	0h	3	8	13	18	23	28	3	8	13	18	23		28
♃	AR	9h 51m	10.26	11.2	11.37	12.9	12.41	13.11	13.40	14.8	14.36	15.4	15.31	15.56
	D	+14,4 ^o	+11,6	+8,2	+4,3	+0,3	-3,5	-7,3	-10,8	-14,0	-16,9	-19,4	-21,6	-23,2
♄	AR	9h 28m	9.52	10.16	10.40	11.3	11.26	11.49	12.12	12.35	12.58	13.21	13.44	14.8
	D	+15,9 ^o	+14,0	+12,0	+9,8	+7,6	+5,2	+2,8	+0,3	-2,2	-4,7	-7,1	-9,5	-11,6
♅	AR	10h 45m	11.3	11.21	11.39	11.57	12.15	12.33	12.51	13.10	13.28	13.47	14.6	14.26
	D	+7,9 ^o	+6,1	+4,2	+2,3	+0,3	-1,6	-3,6	-5,5	-7,4	-9,3	-11,1	-12,8	-14,4
♁	AR	2h 53m	2.59	3.4	3.7	3.10	3.11	3.10	3.8	3.5	3.0	2.54	2.47	2.40
	D	+13,5 ^o	+14,0	+14,4	+14,7	+15,0	+15,2	+15,3	+15,3	+15,3	+15,2	+15,0	+14,8	+14,6
♂	AR	21h 31m		21.27		21.23		21.21		21.20		21.21		21.23
	D	-15,9 ^o		-16,2		-16,5		-16,6		-16,7		-16,6		-16,5
♁	AR	15h 15m				15.21				15.29				15.38
	D	-16,0 ^o				-16,4				-17,0				-17,5

Δ = Sternzeit für 0h Welt-Zeit; für östl. bzw. westl. Länge λ^o v. Greenwich: $\mp \lambda \cdot 0.657^s$.
 Zeitgl. = Mittl. Z. - Wahre Z.

Δ	22h	23.	23.	23.	0.	0.	0.	1.	1.	1.	2.	2.	2.
	45m 29s	5.12	24.54	44.37	4.20	24.3	43.45	3.28	23.11	42.54	2.37	22.19	42.2
Zeitgl.	-0m 20s	-1.59	-3.42	-5.28	-7.15	-8.58	-10.36	-12.6	-13.26	-14.34	-15.27	-16.4	-16.21

Breite v. Berlin (52,5^o). Länge v. Stargard. Aufgang u. Untergang d. ob. ☉-Randes. St. Z.

Aufg.	5h 12m	5.21	5.29	5.37	5.46	5.54	6.3	6.11	6.20	6.29	6.38	6.47	6.57
Unterg.	18h 46m	18.34	18.22	18.10	17.58	17.47	17.35	17.23	17.12	17.1	16.50	16.40	16.30

Breite v. Berlin (52,5^o). Länge v. Stargard. Aufgang u. Untergang d. ob. ☾-Randes. St. Z.

Aufg.	0h 48m	6.11	11.54	16.57	19.9	21.47	1.48	7.24	13.12	16.25	18.22	22.28	2.56
Unterg.	17h 31m	19.27	21.5	0.23	7.31	13.56	16.58	18.25	21.4	2.4	9.13	14.11	15.58

Mondphasen W. Z.	Neumond		Erstes Viertel		Vollmond		Letztes Viertel	
		Sept. 7.	5h 44.8m	Sept. 15.	4h 26.6m	Sept. 21.	20h 19.0m	Sept. 28.
	Okt. 6.	22h 13.3m	Okt. 14.	14h 27.7m	Okt. 21.	5h 15.2m	Okt. 28.	10h 57.0m
	Nov. 5.	14h 34.3m						

Verfinsterungen der Jupitertrabanten I, II, III, IV. E: Eintritt, A: Austritt. W. Z.

I		II		III		IV	
Sept. 6.	21h 0.4m A	Okt. 6.	23h 9.6m A	Sept. 11.	18h 46.2m A	Sept. 2.	0h 52.6m A
" 13.	22h 55.4m A	" 8.	17h 38.4m A	" 18.	21h 23.3m A	Okt. 7.	20h 58.1m A
" 21.	0h 50.5m A	" 15.	19h 33.7m A	" 26.	0h 0.6m A	" 14.	21h 24.5m E
" 22.	19h 19.2m A	" 22.	21h 28.9m A	Okt. 13.	18h 35.3m A	" 15.	0h 59.1m A
" 29.	21h 14.4m A	" 31.	17h 53.0m A	" 20.	21h 13.4m A		

Tägliches Erscheinen und Verschwinden der Planeten. Breite von Berlin. Länge von Stargard.

St. Z.	♃	♄	♁	♂	♁
Sept. 3.	A 3,8h D _m 4,6h	A 3,2h D _m 4,7h	A 20,8h D _m 4,3h	D _a 19,8h U 3,3h	D _a 20,0h U 21,0h
" 13.	(4,8h)	A 3,9h D _m 5,0h	A 20,1h D _m 4,8h	D _a 19,4h U 2,6h	D _a 19,6h U 20,4h
" 23.	—	A 4,5h D _m 5,3h	A 19,3h D _m 5,3h	D _a 19,0h U 1,9h	D _a 19,2h U 19,8h
Okt. 3.	—	A 4,8h D _m 5,5h	A 18,6h D _m 5,6h	D _a 18,7h U 1,3h	D _a 18,8h U 19,2h
" 13.	—	A 5,3h D _m 5,8h	A 17,9h D _m 5,9h	D _a 18,3h U 0,6h	D _a 18,4h U 18,6h
" 23.	—	A 5,8h D _m 6,1h	A 17,2h D _m 6,2h	D _a 17,9h U 23,9h	(18,0h)
Nov. 2.	(17,0h)	(6,4h)	D _a 16,9h D _m 6,5h	D _a 17,5h U 23,2h	—

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

W. Z. Mars in Konjunktion mit dem Mond Sept. 25. 7h. Mars in größter Erdnähe Okt. 27. Durchmesser 20,43".

Herbstäquinoktium: Sept. 23. 19h 27m.

A. Weill.

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

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagshandlung gestattet.

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