Zeitschrift

für den

Physikalischen und Chemischen Unterricht.

XL. Jahrgang.

1927.

Fünftes Heft.

Die Rakete nach dem Mond.

Von Walter Horn in Ohligs.

Es ist kein Zweifel mehr, daß sich gewisse Kreise ernstlich mit dem Problem beschäftigen, eine Rakete nach unserm nächsten Nachbar im Sonnensystem, dem Monde, zu senden. Man darf mit Recht gespannt sein, ob der Versuch gelingen wird. Denn eine Mondrakete, zumal wenn Beobachter mitfahren, würde uns eine Reihe wertvollster Aufschlüsse bringen. Beobachtungen des Mondes aus größter Nähe und photographische Aufnahmen, vielleicht eine Granate, die von der Rakete aus abgefeuert, auf der Mondoberfläche explodieren und dort die Stoffe zur Weichglut erhitzen würde. so daß spektralanalytische Untersuchungen angestellt werden können, eine Fahrt um den Mond herum (denn landen wird die Rakete wohl vorerst nicht), welche ein Studium der uns abgewandten Mondseite ermöglicht, das sind alles Momente, die von hoher Bedeutung für die Kenntnis unseres Trabanten sind. Daneben können Fragen biologischer, physikalischer und chemischer Natur geklärt werden. Wie verhält sich z. B. der menschliche Organismus, wenn die Schwerebeschleunigung geringer wird oder ganz verschwindet? Wie, wenn sie größer wird? Wie verläuft der Luftdruck. wie die Zusammensetzung der Luft in größerer Höhe? Ist der Raum irgendwo ganz leer, so daß ein Lufdruck nicht mehr gemessen werden kann¹)? Das ist eine kleine Auslese von Fragen, die uns die Mondrakete beantworten soll.

Man kann nun der Meinung sein, daß ein solches Problem, eben weil es Problem ist, nicht in den Unterricht gehört. Aber mir werden fortwährend Fragen nach der Mondrakete vorgelegt. Soll ich sie abweisen? Oder soll ich nicht lieber versuchen, Kapital aus dem Interesse der Schüler zu schlagen? Und das letztere ist sehr leicht; denn es tauchen eine Reihe Fragen ballistischer Natur auf, die mit unserer Schulmathematik gelöst werden können, und die eine hervorragende Anwendung physikalischer Grundbegriffe und Gesetze bilden. Es wäre eine strafbare Unterlassungssünde, wollte ich die günstige Gelegenheit, das Newtonsche Anziehungsgesetz, die Begriffe Energie, Arbeit, Potential, Bewegungsgröße zu wiederholen, vom Interesse der Schüler begleitet, nicht benutzen, nur weil die Schule etwas anderes zu tun hat, als sich mit unreifen, phantastischen Problemen zu befassen. Es sei mir deshalb gestattet zu zeigen, wie man die Mondrakete im Unterricht behandeln kann.

1. Das Newtonsche Anziehungsgesetz mag langweilig sein; aber die Frage: "Wo hört die Anziehungskraft der Erde auf, wo fängt diejenige des Mondes an?" interessiert im Zusammenhang mit der Mondrakete. Denn bis dahin muß ja die Mondrakete mindestens kommen. Also erörtern wir die Frage. Zunächst wird die Fragestellung kritisch beleuchtet. Hört denn die Anziehungskraft der Erde irgendwo auf? Die einwandfreie Form der Frage lautet also: "Wo liegt der Punkt auf der Verbindungslinie Erdmittelpunkt— Mondmittelpunkt, für den die beiden Anziehungskräfte gleich sind?"

¹⁾ Diese Frage interessiert die Weltentheoretiker, deren eifrigster Fürsprecher, Valier, sich für eine Mitfahrt zur Verfügung gestellt haben soll.

Unterscheiden wir die auf die Erde, den Mond und die Rakete bezüglichen Bezeichnungen durch die Indizes $E,\ M$ und R, so ist

$$K_E = f \frac{m_E \cdot m_R}{r_E^{\frac{2}{2}}}$$
 und $K_M = f \frac{m_M m_R}{r_M^{\frac{2}{2}}}$

Nun ist $r_E+r_M=60$ r, wo r der Erdradius, 6370 km, und $m_M=\frac{1}{80}m_E$ ist. Da nun $K_E=K_M$ sein soll, so folgt

$$\frac{1}{r_E^2} = \frac{1}{80(60r - r_E)^4}$$
, also $r_E \sim 54 r$.

Der "neutrale" Punkt teilt die Verbindungslinie Erde—Mond im Verhältnis 9:1 (genauer $\sqrt{80}$:1); er liegt von der Erdoberfläche rund 344000 km, von der Mondoberfläche rund 40000 km entfernt.

2. Nun erhebt sich die zweite Frage: Kann man ein Geschoß bis zu dieser "Höhe" senden? Es wird daran erinnert, daß die Anfangsgeschwindigkeit eines senkrecht empor geworfenen Körpers, die er nötig hat, um die Höhe h zu erreichen, gleich der Endgeschwindigkeit eines aus dieser Höhe frei herabfallenden Körpers ist, abgesehen vom Luftwiderstand (den wir in unserer ganzen Untersuchung nicht berücksichtigen). Es wird eventuell die Formel $v=\sqrt{2gh}$ abgeleitet. Aber wir können diese Formel nicht benutzen, da g nicht konstant ist. (Unsere Fallgesetze haben also nur eine beschränkte Gültigkeit.) Wir müssen neue Formeln entwickeln, indem wir von dem Potential der Erde ausgehen¹). Zunächst wird der Begriff des Potentials erörtert: es ist die Arbeit, welche nötig ist, um einen Körper der Masse 1 aus dem Unendlichen bis zu der Stelle zu bringen, für welche das Potential berechnet werden soll. Ist x die Entfernung vom Erdmittelpunkt, so ist die dort herrschende Kraft auf die Masse 1

$$\frac{d^2x}{dt^2} = K_E = -f\frac{m_E}{x^2},$$

die Arbeit auf der Strecke dx also

$$K_E dx = -f \frac{m_E}{x^2} dx,$$

mithin die Arbeit, um den Körper aus dem Unendlichen bis zu dieser Stelle zu bringen:

$$\int_{-\infty}^{x} K_E dx = f \frac{m_E}{x}.$$

Dies ist also das Potential. Die Geschwindigkeit, die der Körper infolge der Anziehung erlangt hat, ist leicht zu berechnen; denn die geleistete Arbeit ist nach dem Energiegesetz gleich der lebendigen Kraft $\frac{1}{2}v^2$.

Also ist

$$\frac{1}{2} v^2 = f \frac{m_E}{x} \text{ oder } v = \sqrt{2f \frac{m_E}{x}}.$$

Man kann diesen Ausdruck noch etwas umformen. Denn Kraft ist ja Masse mal Beschleunigung. Auf der Erdoberfläche ist mithin

$$g = f \frac{m_E}{r^2}$$
, also $r^2 g = f m_E$

¹⁾ Der in den Lehrbüchern meist angewandte Kunstgriff zur Auflösung der Gleichung $\frac{d^2x}{dt^2} = -f\frac{m_E}{x^2}$, nämlich mit $\frac{dx}{dt}$ beiderseits zu multiplizieren, besagt physikalisch dasselbe wie diese Potentialbetrachtung.

und deshalb

$$v = \sqrt{\frac{2 g r^2}{x}}.$$

Dieser Ausdruck gibt uns also die Geschwindigkeit an, welche ein aus dem Unendlichen auf die Erde fallender Körper in der Entfernung x vom Erdmittelpunkt erreicht, oder welche er nötig hat, um sich von diesem Punkte aus bis ins Unendliche zu entfernen. Wir wollen sie die "kritische" Geschwindigkeit nennen. Für die Erdoberfläche ist x=r, also $v=\sqrt{2\,g\,r}$ (Ähnlichkeit mit $v=\sqrt{2\,g\,h}$), demnach $v=11\,190\,\frac{m}{\rm sec}$.

Diese kritische Geschwindigkeit wird nun nicht nötig sein, wenn man das Geschoß nach dem Monde schießen will, da der Mond es ja anzieht. Es wird also eine etwas kleinere Anfangsgeschwindigkeit angewandt werden müssen. Um sie zu berechnen, haben wir nur statt des Potentials der Erde die Summe aus diesem und dem Potential des Mondes zugrunde zu legen. Die Berechnung des Mondpotentials für die Erdoberfläche verläuft in derselben Weise wie vorher bei der Erde, sie ist eine gute Übung für den Schüler, kann aber hier füglich übergangen werden. Es ergibt sich der Wert $\frac{gr}{80.54} = \frac{gr}{4320}$, also wird $\frac{1}{2}v^2 = gr - \frac{gr}{4320}$, woraus man sieht, daß der Wert für v nur um wenige Meter geringer ist als vorher.

- 3. Nachdem wir wissen, welche Anfangsgeschwindigkeit wir dem Geschoß erteilen müssen, damit es den neutralen Punkt erreicht, fragen wir, ob es möglich ist, diese Anfangsgeschwindigkeit zu erzielen. Im 3. Heft dieses Jahrgangs der Zeitschrift (S. 97) behandelt H. Lorenz diese Frage und kommt zu dem Resultat, daß es nicht möglich sei, einem Geschoß durch Abschuß aus einem Rohre die erforderliche Anfangsgeschwindigkeit zu erteilen, weil die augenblicklich bekannten Treibmittel nicht die hinreichende Energie besitzen. Es ist also müßig, sich mit der Aufzählung der technischen Schwierigkeiten zu befassen, die sich einer Steigerung der Anfangsgeschwindigkeit entgegenstellen, solange es uns an dem Treibmittel fehlt, und wir gehen deshalb zur Betrachtung der Rakete über.
- 4. Die Rakete wird vorwärts getrieben durch den "Rückstoß". (Beispiele: Schlag des Gewehrkolbens, Rohr-Rücklauf-Geschütze, Segners Wasserrad). Die Theorie des Rückstoßes gründet sich auf das Gesetz von der Erhaltung der Bewegungsgröße. Der Schwerpunkt eines Systems, auf das keine äußeren Kräfte wirken, bewegt sich gradlinig und gleichmäßig vorwärts; eine Beschleunigung eines Teils des Systems kann nur eintreten, wenn ein anderer Teil des Systems gleichzeitig eine entsprechende Beschleunigung in der entgegengesetzten Richtung erfährt, so daß die Gesamtbewegungsgröße unverändert bleibt.

Es sei m_R die Masse der Rakete, dm_R diejenige Pulvermenge, die in der Zeit dt abbrennt, v_R die Geschwindigkeit der Rakete, dv_R die Zunahme der Geschwindigkeit durch die Explosion, v_a die Geschwindigkeit der ausgestoßenen Pulvergase in bezug auf den Schwerpunkt des Systems. Dann ist die Zunahme der Bewegungsgröße der Rakete $m_R dv_R$ (wobei von der Abnahme der Raketenmasse durch die Explosion, die ja gering ist, abgesehen werden soll), die Bewegungsgröße der Pulvergase (genauer die Abnahme derselben) $dm_R \cdot v_a$, also

$$m_R \cdot dv_R = dm_R \cdot v_a$$
 oder $\frac{dv_R}{dt} = \frac{1}{m_R} \frac{dm_R}{dt} v_a$.

Dieser Ausdruck gibt uns als die Beschleunigung der Rakete durch die mit der Geschwindigkeit v_a in bezug auf den Schwerpunkt des Systems austretenden Pulvergase an. Dazu treten noch 2 Beschleunigungen, die von der Erde und die vom

Monde herrührende, für welche wir schon die Ausdrücke aufgestellt haben, so daß die Gesamtbeschleunigung

 $\gamma = \frac{1}{m_R} \frac{d m_R}{dt} v_a - \frac{g r^2}{x^2} + \frac{g r^2}{75 (60 r - x)^2}$ ist.

Solange x nicht sehr groß ist (und wir werden sehen, daß wir nur mit Werten zwischen 1r und 2r zu rechnen haben), so lange können wir das Mondglied vernachlässigen; also haben wir

 $\gamma = \frac{1}{m_R} \frac{d m_R}{d t} \cdot v_a - \frac{g r^2}{x^2}.$

5. Beschränken wir uns zunächst auf den Vorgang in den ersten Sekunden, dann ist x kaum von r verschieden, und wir haben

$$\gamma = \frac{1}{m_R} \frac{dm_R}{dt} v_a - g \text{ oder } \frac{1}{m_R} \frac{dm_R}{dt} = \frac{g + \gamma}{v_a}$$

Man kann diese Gleichung in zweierlei Weisen behandeln; entweder man nimmt an, daß m_R sich nicht sehr rasch ändert, betrachtet also m_R in den einzelnen Sekunden als Konstante und untersucht die Vorgänge innerhalb der einzelnen Sekunden. Das ist zwar nicht genau, liefert aber eine gute Einsicht in den Mechanismus des ganzen Vorgangs. Oder aber man betrachtet m_R als Funktion der Zeit, was es ja auch in Wirklichkeit ist, und dann kann man über beliebige Zeitintervalle integrieren.

5a. Untersuchen wir zunächst den Vorgang während der ersten Sekunde. In der Gleichung

$$\frac{1}{m_R} \frac{d m_R}{d t} = \frac{g + \gamma}{v_a}$$

steht links das Verhältnis des abgebrannten Pulvers zur Masse der ganzen Rakete. Wie man sieht, nimmt dieses Verhältnis zu, wenn die Gesamtbeschleunigung wächst, was ja natürlich ist; will man eine große Beschleunigung haben, so muß viel Pulver verbraucht werden. Es kommt nun darauf an, wie groß diese Beschleunigung genommen werden soll; bei unbemannten Raketen ist dafür keine Grenze gesetzt. Aber denkt man daran, Raketen zu konstruieren, welche Beobachter mitnehmen sollen, so verbietet die Rücksicht auf die Insassen eine zu große Beschleunigung. Versuche in dieser Hinsicht sind wohl noch nicht gemacht worden. Wir wollen deshalb willkürlich 2 Werte für γ herausgreifen, nämlich $\gamma=2g$ und $\gamma=3g$. Die Größe v_a im Nenner besagt, daß bei großer Ausströmungsgeschwindigkeit der Pulvergase das Verhältnis der pro Sekunde verbrannten Pulvermenge zur Gesamtmasse der Rakete klein genommen werden kann. Man wird also einen Explosivstoff wählen,

dessen v_a recht groß ist. Zur Zeit sind größere Werte von v_a als 2000 $\frac{m}{\sec}$ nicht bekannt, und wir wollen deshalb $v_a=2000$ setzen. Dann wird

für
$$\gamma = 2 g$$
: $\frac{1}{m_R} \frac{d m_R}{d t} = \frac{3 g}{2000} = 0.01471$ und für $\gamma = 3 g$: $\frac{1}{m_R} \frac{d m_R}{d t} = \frac{4 g}{2000} = 0.01962$.

D. h.: Bei $v_a=2000\,$ muß in der ersten Sekunde 1,471 $^0/_0$ der Gesamtmasse der Rakete als Pulver abgebrannt werden, um eine Beschleunigung von 2g zu erhalten, während für eine Beschleunignng von 3g 1,962 $^0/_0$ verbrannt werden müssen. Die nach der ersten Sekunde übrigbleibende Masse der Rakete beträgt also $98,529\,^0/_0$ bzw. $98,038\,^0/_0$ der ursprünglichen. Nach der 2. Sekunde ist der übrigbleibende Teil noch $(0,98529)^2$ bzw. $(0,98038)^2$ der ursprünglichen Masse, nach t Sekunden also $(0,98529)^t$ bzw. $(0,98038)^t$.

5 b. Rechnet man nach der strengen Weise, so muß man beachten, daß die Masse der Rakete abnimmt, also $\frac{dm_R}{dt}$ negativ ist. Deshalb ist

$$-\frac{1}{m_R}\frac{dm_R}{dt} = \frac{g+\gamma}{v_a} \text{ oder } -\int\limits_{m_g}^{m_e} \frac{1}{m_R} dm_R = \frac{g+\gamma}{v_a} \int\limits_{0}^{t} dt,$$

wobei m_a und m_e die Masse der Rakete zu Anfang und zu Ende der beschleunigten Bewegung ist (das Ende der beschleunigten Bewegung ist der Augenblick, wo die kritische Geschwindigkeit erreicht ist). Integriert man, so ergibt sich

—
$$l$$
 nat $\frac{m_e}{m_a} = \frac{g+\gamma}{v_a} t$ oder $m_e = m_a e^{-\frac{g+\gamma}{v_a} \cdot t}$,

oder nach Eintragung der Werte für g, γ und v_a

$$m_e = m_a e^{-0.01471 \cdot t}$$
 bzw. $m_e = m_a \cdot e^{-0.01962 \cdot t}$.

Hieraus ergeben sich für kleine Werte von t dieselben Resultate wie in 5 a.

6. Es kommt jetzt nur noch darauf an, in den Formeln 5a und 5b, welche die Verbrennung des Pulvers beschreiben, die Zeit t zu bestimmen. Denn die Verbrennung muß so lange fortgesetzt werden, bis die kritische Geschwindigkeit erreicht ist. Nun ist aber angenommen, die Bewegung der Rakete sei gleichmäßig beschleunigt, nämlich $\gamma=2g$ bzw. 3g. (Diese Annahme ist nicht widersinnig; man hat es vielmehr in der Hand, durch besondere Konstruktion des Raumes, in dem das Pulver abgebrannt wird, die Menge des sekundlich verbrannten Pulvers genau zu regulieren.) Bei einer solchen Bewegung ist aber die Geschwindigkeit

$$v = \gamma \cdot t$$

und der zurückgelegte Weg

$$(x-r) = \frac{1}{2} \gamma t^2$$

(x ist die Entfernung vom Erdmittelpunkt)

Nun soll v die kritische Geschwindigkeit in der Entfernung x sein, also ist nach den Formeln in 2:

$$v = \sqrt{\frac{2\,g\,r^2}{x}}$$

Eliminiert man aus diesen 3 Gleichungen t und v, so bekommt man

$$\gamma \cdot \sqrt{\frac{2(x-r)}{\gamma}} = \sqrt{\frac{2gr^2}{x}}$$
 und hieraus
$$x = \frac{r}{2} \pm r \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{g}{\gamma}}.$$

Das negative Zeichen hat hier keinen Sinn, dax nicht negativ ist. Wird nun $\gamma=2\,g$ bzw. 3 g gesetzt, so hat man

$$x = \frac{r}{2}(1 + \sqrt{3})$$
 bzw. $x = \frac{r}{2}(1 + \sqrt{\frac{7}{3}})$,

oder nach Einsetzung des Wertes r = 6370 km

$$x-r=2331\,{\rm km}\,$$
 bzw. $x-r=1678\,{\rm km}.$

Daraus

$$v = 9565 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$
 , $v = 9944 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$
 $t = 487,5 \text{ sec}$, $t = 336,9 \text{ sec}$.

Jetzt ergibt sich auch die Menge des verbrannten Pulvers bzw. der übrigbleibende Teil der Rakete. Rechnet man nach 5 a), so hat man (0,98529) 487,5 bzw. (0,98038) 337,9, also 0,00073 0,00123. kann dafür geschrieben werden:

Im ersten Ealle hat man nur noch $\frac{73}{100000}$, im zweiten $\frac{123}{100000}$ der ursprünglichen Raketenmasse. Das bedeutet, daß man rund 1370 bzw. 813 mal soviel Pulver als Nutzlast mitführen muß. Dieses sehr ungünstige Resultat könnte man geneigt sein, auf Kosten der ungenauen Rechnung zu setzen. Wir wollen deshalb die genauere Berechnung (5b) nachholen. Man hat

$$m_e = m_a \cdot e^{-0.01471 \cdot 487,5}$$
 bzw. $m_e = m_a \cdot e^{-0.01962 \cdot 837,9}$
 $= m_a \cdot e^{-7.171}$, $= m_a \cdot e^{-6.626}$
 $= \frac{m_a}{1301}$, $= \frac{m_a}{754}$

und diese Ergebnisse weichen nicht wesentlich von den obigen ab.

7. Wie aus diesen Resultaten hervorgeht, wird das Verhältnis der Pulvermenge zur Gesamtmasse der Rakete um so kleiner, je größere Beschleunigungen wir der Rakete erteilen. Wenn man in der Sekunde 1,471% Pulver abbrennt, so muß die Pulverladung etwa 1300 mal so schwer sein wie der übrige Teil der Rakete. Ist aber die Menge des sekundlich verbrauchten Pulvers 1,96%, so wiegt die Gesamtpulverladung nur noch 750 mal so schwer wie die Nutzlast. Man könnte also recht viel Pulver sparen, wenn man die Beschleunigung vergrößern würde. Bei bemannten Raketen ist dafür eine Grenze gesetzt in der Rücksicht auf die Mitreisenden. Aber bei unbemannten Raketen darf man die Beschleunigung beliebig steigern. Wir wollen deshalb die Frage zu beantworten suchen, wie groß die Pulverladung sein muß, wenn man dem Geschoß die Beschleunigung 11190 m/sec oder eine noch größere erteilt.

Wir betrachten die Formel $\frac{m_e}{m_a}=e^{-\frac{g+x}{v_a}t}$. Wenn $\gamma=11190$ ist, so kommt g=9.81 nicht mehr in Betracht. Die Zeit t wird aber gleich 1, da ja in 1 Sek. die kritische Geschwindigkeit erreicht wird. Also hat man $\frac{m_e}{m_a} = e^{-\frac{11190}{2000}} = \frac{1}{269}$

Wählt man γ noch größer, so wird t in demselben Verhältnis kleiner, also ändert sich $\frac{m_e}{m_a}$ nicht mehr. Die kleinste mögliche Trieblast beträgt also immer noch das 268-fache der Nutzlast. Dieses günstigste Verhältnis wird man aber wohl kaum erreichen, da man nicht unbegrenzt große Mengen Pulver in beliebig kurzer Zeit zur Explosion bringen kann.

8. Es bleibt uns jetzt noch übrig, den Einfluß der Sonne zu untersuchen. Wir stellen die Frage: Wo liegt der "neutrale" Punkt zwischen Sonne und Erde? Die Sonnenmasse sei gleich 330000 m_E angenommen; dann folgt, ähnlich wie oben,

$$\frac{fm_E}{x^2} = \frac{f \cdot 330\,000\,m_E}{y^2},$$

 $\frac{fm_E}{x^2} = \frac{f \cdot 330\,000\,m_E}{y^2},$ wo x und y die entsprechenden Entfernungen des neutralen Punktes von der Erde bzw. der Sonne sind. Also wird $\frac{y}{x} = \frac{574}{1}$, d. h. der neutrale Punkt teilt die Entfernung Erde-Sonne im Verhältnis 1:574. Daraus berechnet sich seine Entfernung von der Erde zu rund 260 000 km. Er liegt also beträchtlich näher als der neutrale Punkt Erde-Mond. Man kann das drastisch so ausdrücken: Es ist leichter, eine Rakete zur Sonne zu schicken als zum Mond!

Man ist geneigt anzunehmen, daß hierin ein wichtiger Umstand liegt, der uns unter Umständen große Ersparnisse an Trieblast zu machen gestatten würde. Man brauche nur die Zeit des Neumonds als Startzeit zu wählen. Der gemeinsame Einfluß von Sonne und Mond verlegt dann den neutralen Punkt um beinahe 90000 km näher an die Erde, und die Rakete hätte dann nur eine Entfernung von 260000 km statt 344 000 km aus eigener Kraft zu erreichen. Doch ist die Ersparnis nicht so beträchtlich, wie es zuerst den Anschein hat. Das läßt sich leicht in bekannter Weise zeigen.

Nehmen wir die Zeit des Neumonds an, und seien die Entfernungen eines Punktes auf der annähernd geraden Linie Erde-Mond-Sonne von diesen 3 Körpern bzw. x, y, z, so wird die Bewegung eines Körpers in diesem Punkte dargestellt durch die Gleichung

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{fm_E}{x^2} + \frac{fm_E}{75 \cdot y^2} + \frac{f330000 m_E}{z^2}$$

Wie man sieht, sind die beiden letzten Glieder klein und kommen gegen das erste überhaupt nicht in Betracht, wenn x klein ist. Wenn wir also von x = 1 r bis $x=40\,r~(\sim 260\,000~{
m km})$ integrieren, können wir den Einfluß der beiden letzten Glieder vernachlässigen und erhalten genau wie oben

$$+ \int_{40\,r}^{1\,r} K dx = g \, r^2 \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{40\,r} \right) = g \, r \cdot \frac{39}{40},$$
$$+ \int_{\infty}^{1\,r} K dx = g \, r^2 \frac{1}{r} = g \, r \, \text{ist.}$$

während

gr ist nun die Energie, um die Rakete ins Unendliche zu senden, während $gr \cdot \frac{39}{40}$ die Energie ist, um sie bis zum neutralen Punkt in 260 000 km Entfernung zu bringen. Die Ersparnis ist also höchstens $\frac{1}{40}$ oder 2,5%. Natürlich läßt sich auch die benötigte Anfangsgeschwindigkeit sowie die kritischen Geschwindigkeiten berechnen. Sie weichen

nicht sehr von den Werten der vorhergehenden Betrachtungen ab und können deshalb hier übergangen werden.

Nehmen wir zum Schluß ein bestimmtes Beispiel an. Es handle sich um eine Rakete, deren Nutzlast einschl. Insassen 2000 kg wiegt, und wir dürften ihr eine Beschleunigung von 3g = 29,43 m/sec erteilen. Dann muß (nach 6) die Pulverladung 1,5 Millionen kg betragen. Diese Pulverladung wird in der Zeit 337,9 Sekunden abgebrannt werden müssen, pro Sekunde stets 1,961% der jeweils vorhandenen Gesamtraketenmasse. In einer Höhe von 1642 km erreicht sie dann die kritische Geschwindigkeit von 9944 m/sec, mit welcher sie imstande ist, an den neutralen Punkt zu gelangen (der Einfluß der Sonne bleibt außer acht).

Bei unseren Untersuchungen ist vom Luftwiderstand abgesehen worden. Ferner ist stillschweigend vorausgesetzt, daß Erde und Mond ruhen, und daß die Rakete senkrecht nach oben geschossen wird. Auf die Schwierigkeiten einzugehen, die entstehen, wenn diese Voraussetzungen fallen gelassen werden, dürfte sich erübrigen. Denn erstens geht das über den Rahmen des Unterrichts hinaus, und zweitens sind die Versuche noch nicht so weit vorgeschritten, daß diese Fragen aktuell wären.

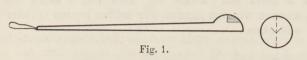
Eine eingehende Kritik des Problems findet man bei CRANZ, Lehrbuch der Ballistik II, Springer, Berlin 1926, die auch diesem Aufsatz zugrunde liegt. Die Abweichungen der Resultate dieses Aufsatzes von denen des angeführten Werkes erklären sich durch die Vereinfachungen, die ich im Interesse der leichteren Verständlichkeit treffen mußte.

Gleichgewichtsfiguren elektrischer Pendel.

Von Dr. W. Grosch in Sondershausen.

Werden in einem Punkte mehrere gleiche Pendel aufgehängt und elektrisch geladen, so bilden sich im Gegenspiel der elektrischen Abstoßung und der zurücktreibenden Schwerkraft bemerkenswerte Gleichgewichtsfiguren, die in einigen Beziehungen Verwandtschaft mit Atommodellen zeigen, so in der Ausbildung konzentrischer Ringe und in der Möglichkeit verschiedener Gleichgewichtsstellungen bei gegebener Anzahl von Pendeln mit gegebenen Ladungen. Jede dieser Stellungen hat dann einen ganz bestimmten Energieinhalt, so daß beim Übergang von einer Stellung zu einer anderen ein ganz bestimmter Energiebetrag abgegeben wird oder hinzugeführt werden muß.

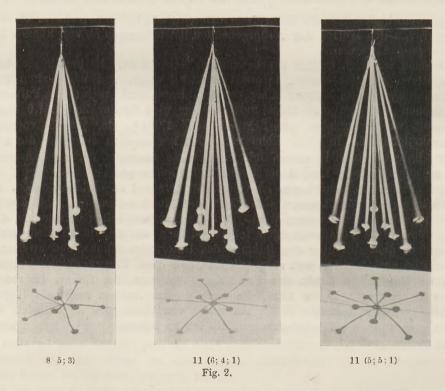
Schon gleichgroße, mit gleichlangen Hanffäden an einem isolierten Haken aufgehängte Kugeln aus Sonnenblumenmark genügen, um solche Gleichgewichtsfiguren



zu zeigen. Zur Aufladung reicht dann ein Hartgummistab. Hierbei wölben sich auch die Fäden, besonders oben, nach außen. Bei Aufhängung an isolierenden Fäden

macht leider eine genügend starke Aufladung Schwierigkeit. Selbst die Zelluloidund Leimbälle nach Weinhold sind noch zu schwer, so daß die Ausschläge zu klein bleiben; bei den schönen, leichten von Kolbe (diese Zeitschr. 1921, Heft 1) empfohlenen Windbällen aus Seidenpapier, besteht bei unserem Versuche, wo viele Pendel verwandt werden, die Gefahr einer Verwirrung der Fäden.

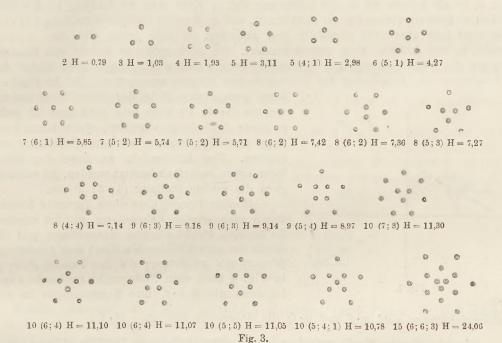
Als sehr geeignet für unseren Zweck fand ich vereinfachte Windbälle mit langem, schlankem Stiel, die sich aus steifem (Reichsadler-) Papier leicht und gleichmäßig herstellen lassen. Zwar muß man mit einem, die Analogie zu den Atommodellen



störenden Austausch von Elektrizität zwischen den einzelnen Pendeln rechnen, doch gewinnt man dafür die Möglichkeit einer mühelosen und raschen serienweisen Vorführung der Gleichgewichtsfiguren. Der Aktenbogen wird von oben nach unten in schmale Streifen geschnitten, jeder Streifen wird der Länge nach gefaltet, dann setzt man mit 9 mm Zirkelöffnung unten in der Knickfalte ein und zeichnet einen Kreis vor, daran zeichnet man den Stiel, unten 5, oben 3 mm breit vor und schneidet aus. Die Kreise werden 5 mm tief eingeschnitten und die in Fig. 1 schraffierten Teile umgebogen. Dann schneidet man ein Kreisscheibehen von 9 mm Radius aus und schneidet es unter 45° gegen die Knickkante vom Mittelpunkt aus 5 mm tief ein, sodaß Schnittlinien unter 90° entstehen. Diese Scheibehen werden in die Pendel ein-

geführt, und die umgebogenen Teile werden gerade gerichtet und mit zwei Tröpfchen Syndetikon festgehalten. Dann werden oben Schlingen, auf denen man 2 cm Länge mit einem Pappstreifen als Lehre vorgezeichnet hat, angeklebt.

Zur serienweisen Vorführung der Figuren spannte ich in geeigneter Höhe über dem Experimentiertisch einen isolierten Draht mit Doppelhaken an Siegellackstückchen. Zur Vermeidung von Ladungsverlusten durch Spitzenwirkung wurden alle freien Drahtenden mit einem Tropfen Siegellack versehen, der über der Bunsenflamme schön rund wird. Der Draht wurde mit der Influenzmaschine verbunden, der andere Pol geerdet, und noch eine Leidnerflasche angelegt, um die Ladung länger konstant zu halten; auf einem Ständer wurden Büschel von 2, 3, 4, 5, 15 Pendeln an Doppelhaken vorrätig gehalten, so daß sie rasch ausgewechselt werden konnten, wobei ein Haken mit isoliertem Griff gute Dienste tat, weil nicht immer entladen werden



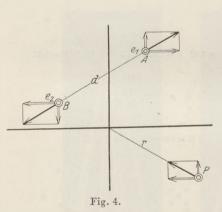
mußte. Es lohnt, sich die Serien eventuell mit Schülerhilfe im Praktikum herzustellen, da sie sich gut aufbewahren und alle Jahre wieder verwenden lassen¹).

Beleuchtet man die Pendel von oben her, so kann man ihre Lage im Schattenbild, wie es Fig. 2 zeigt, auf Koordinatenpapier aus der Ferne ablesen (Praktikumsaufgabe), denn bei Annäherung der Hand kommen die Pendel zutraulich näher, wodurch die Gleichgewichtsfigur gestört wird.

Zwei Pendel geben die bekannte Stellung des Doppelpendels, drei bilden ein gleichseitiges Dreieck, vier ein Quadrat. Fünf Pendel stellen sich bei starker Aufladung zunächst in einem regelmäßigen Fünfeck auf, es ist aber überraschend zu sehen, wie sich mit abnehmender Ladung stets eins von ihnen in die Mitte begibt, während sich die anderen zu einem Quadrat anordnen. Lädt man jetzt vorsichtig wieder stärker auf, so bleibt die Figur auch bei größeren Ausschlägen erhalten. Ein regelmäßiges Sechseck kommt kaum zustande, sechs Pendel bilden sogleich ein Fünfeck, während eins in der Mitte bleibt. Sieben Pendel bilden bei starker Ladung ein Sechseck, bald stürzt aber ein zweites ins Innere; dann sind zwei verschiedene

¹⁾ Die Firma Leppin u. Masche, Berlin, Engelufer 17, hat sich entschlossen, einen festen Kasten mit allem Zubehör zur Vorführung der Figuren herzustellen. Zur Ausspannung des Drahtes eignet sich besonders gut ihr Feinstellzeug nach Volkmann.

Stellungen möglich: Entweder stellen sich die beiden inneren Pendel auf eine Symmetrieachse des Fünfeckes, oder aber senkrecht dazu, also parallel zu einer Diagonale. Die zweite Stellung ist stabiler, sie hat einen geringeren Energieinhalt. Das Fünfeck ist nicht mehr genau regelmäßig, in der ersten Stellung steht z. B. das obere Pendel in der Fig. 3 mehr nach außen, in der zweiten Stellung mehr nach der Mitte zu. Durch Anblasen kann man einen Wechsel der Stellung herbeiführen, meist findet dabei auch ein Austausch zwischen den Pendeln der beiden Ringe statt. Bei acht Pendeln ist die Neigung, den inneren Ring mehrfach zu besetzen, noch größer; schon von Anfang an sind zwei innen, bei abnehmender Ladung sinkt stets noch ein drittes in den inneren Ring, wieder bleibt bei erneutem Aufladen diese Stellung auch bei größeren Ausschlägen bestehen. Auch hier kann das innere Dreieck verschiedene Stellungen zu dem äußeren Fünfeck einnehmen; auf der Photographie in Fig. 2 ist sie anders als in der Zeichnung Fig. 3. Läßt man die Ladung noch weiter sinken, so geht ein viertes Pendel nach innen, und es entsteht die schöne Stellung 8 (4; 4); hier muß man aber sehr vorsichtig neu aufladen, da sehr leicht eins der inneren Pendel in den äußeren Ring zurückwandert. Bei noch größerer Anzahl von Pendeln werden die möglichen stabilen Stellungen immer zahlreicher, aber stets bleibt die charakteristische Anordnung auf konzentrischen Ringen ausgeprägt. Bei 10 Pendeln



kann zum ersten Male der dritte Ring besetzt werden (5; 4; 1); doch muß man ziemlich weitgehende Entladung abwarten, dann kann man aber durch Nachladen stärkere Spreizung erreichen. Von 12 Pendeln an kann der dritte Ring schon mehrfach besetzt werden, 15 nehmen gern die schöne Stellung (6; 6; 3) ein.

Manche Fragen über diese Versuche können durch rechnerische Behandlung geklärt werden. Es genügt, Punktladungen anzunehmen und die Größe der zurücktreibenden Kraft dem Ausschlage proportional zu setzen; die das Pendel P(x; y)in Fig. 4 nach dem Mittelpunkt treibende Kraft ist dann gleich r.f, ihre Komponenten in den

Achsenrichtungen sind $x \cdot f$ und $y \cdot f$; die Hebearbeit beträgt $\frac{1}{2} r^2 \cdot f$.

Die abstoßende Kraft zwischen den beiden geladenen Pendeln $A(x_1, y_1)$ und $B(x_2, y_2)$ und ihre Komponenten sind:

$$\begin{split} k &= \frac{e_1 \cdot e_2}{d^2} = \frac{e_1 \cdot e_2}{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \\ k_x &= \frac{x_1 - x_2}{d^3} e_1 \cdot e_2 & k_y = \frac{y_1 - y_2}{d^3} e_1 \cdot e_2 \end{split}$$

Die Annäherungsarbeit beträgt $\frac{e_1 \cdot e_2}{d}$.

Für die Gleichgewichtslage von NPendeln gelten die 2NGleichungen:

$$\begin{aligned} k_{x,n} &= f \cdot x_n - \sum_m \frac{e_n \, e_m (x_n - x_m)}{(d_{n,m})^3} = 0 \; ; \\ k_{y,n} &= f \cdot y_n - \sum_m \frac{e_n \, e_m (y_n - y_m)}{(d_{n,m})^3} = 0 \; . \end{aligned} \tag{1}$$

Durch Addition ergibt sich $\sum x_n = 0$ und $\sum y_n = 0$, d. h. der Schwerpunkt der Pendel liegt stets im Nullpunkt. Diese Gleichungen lassen sich natürlich nicht allgemein auflösen; man muß für eine bestimmte Gleichgewichtslage Näherungswerte

für die Koordination samt Verbesserungszuschlägen einführen und bis zur ersten Potenz entwickeln, dann erhält man lineare Funktionen. Die Kräfte $k_{x,\,n}$ und $k_{y,\,n}$ werden dann nicht verschwinden, aber man braucht nur diesen Kraftimpulsen mit den Verbesserungszuschlägen nachzugeben, um die Gleichgewichtslage bald zu finden.

Zur Beurteilung einer berechneten Stellung kommt ihr Energieinhalt in Betracht; er setzt sich zusammen aus der Hebearbeit $H=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{2}fr_{n}^{2}$, der Annäherungsarbeit

$$A=\sum_{n,m}rac{e_n\cdot e_m}{d_{n,m}}$$
 und aus der Ladearbeit $L=\sum_nrac{e_n^2}{2\varrho}$, wo ϱ den Radius einer Kugel

bedeutet. Von der ungleichmäßigen Ausbreitung der Elektrizität auf den einzelnen Kugeln infolge der Influenz durch die benachbarten (Müller-Pouillet IV, § 91) kann abgesehen werden.

Energie =
$$H$$
 + A + L
= $\sum_{n,m} \left(\frac{1}{2} f r_n^2 + \frac{e_n \cdot e_m}{d_{n,m}} + \frac{e^2_n}{2 \varrho} \right)$ (2)

Für Gleichgewichtslagen wird dieser Energiebetrag ein Minimum, natürlich kann dies Minimum auch ein relatives sein.

Partielle Differentiation nach x_n und y_n (in r und d) führt auf das Gleichungssystem (1) zurück.

Die Hebearbeit ist für alle Gleichgewichtslagen stets genau die Hälfte der Annäherungsarbeit; denn unterwirft man eine solche Stellung einer Ähnlichkeitstransformation, so können alle Entfernungen r_n und $d_{n,m}$ durch Multiplikation einer Strecke r mit konstanten Zahlen α_n und $\beta_{n,m}$ erhalten werden, dann gilt:

$$E = \sum \left(\frac{1}{2} (f \alpha_n^2) r^2 + \frac{e_n \cdot e_m}{\beta_{n,m}} \cdot \frac{1}{r} + \frac{e^2_n}{2\varrho} \right).$$

$$\frac{\partial E}{\partial r} = \sum \left((f \alpha_n^2) r - \frac{e_n \cdot e_m}{\beta_{n,m}} \cdot \frac{1}{r^2} \right) = 0,$$
also
$$\sum (f \alpha_n^2) r^2 = \sum \frac{e_n \cdot e_m}{\beta_{n,m}} \cdot \frac{1}{r}$$
d. h. $2H = A$.

Besteht zwischen den Kugeln leitende Verbindung durch Fäden, so sind auch die e veränderlich. Kugeln desselben Ringes haben gleiche Ladung, ferner ist zu beachten, daß die Ge samtladung $\sum e_n = N \cdot e$ konstant bleibt. Differentiiert man jetzt partiell nach den e_n , so erhält man Bedingungen für die Verteilung der Ladung unter den einzelner Kugeln; diese Bedingungen geben den Kugeln unter Berücksichtigung ihrer Nachbarschaft gleiches Potential.

Sind die Entfernungen d der Kugeln groß gegen ihren Radius o, so haben auch bei leitender Verbindung alle Kugeln dieselbe Ladung (Müller-Pouillet IV, § 73). Werden die Entfernungen aber kleiner, so sind die inneren Kugeln etwas schwächer geladen als die äußeren. Im Falle der Fig. 5 ist

$$\begin{array}{c|c}
e_2 & & \\
\hline
e_2 & & \\
\end{array}$$

$$\begin{array}{c|c}
\end{array}$$
Fig. 5.

$$\begin{split} e_2 = \left(1 + 0.22 \, \frac{\varrho}{d}\right) \cdot e; \quad e_1 = \left(1 - 0.87 \, \frac{\varrho}{d}\right) \cdot e \\ \text{für } d = 20 \cdot \varrho \text{ wird: } e_2 = 1.01 \, e; \quad e_1 = 0.96 \, e; \frac{e_2}{e_1} = 0.95 \\ \text{für } d = 4 \cdot \varrho \qquad \qquad e_2 = 1.05 \, e; \quad e_1 = 0.78 \, e; \frac{e_2}{e_1} = 0.73. \end{split}$$

Die Stiele und die ungleichmäßige Verbreitung der Elektrizität auf den Kugeln bewirken, daß die Ladung der inneren Pendel noch etwas kleiner ausfällt. Bei der Berechnung der Stellungen in Fig. 3 wurde die Ladung einer Kugel des zweiten Ringes stets halb so groß wie die einer äußeren Kugel angenommen, die Verhältnisse der Abstände sind dann ebenso groß wie die experimentell beobachteten.

Für Kugeln mit gleichen Ladungen an isolierenden Fäden fallen die Gleichgewichtsfiguren etwas anders aus. Die Abstände der inneren Pendel werden größer und die Neigung, die inneren Ringe mehrfach zu besetzen, setzt erst bei etwas größeren

Pendelzahlen ein; so z. B. können bei 7 Pendeln nicht 2 sich im Inneren halten, ihre gegenseitige Abstoßung ist so groß, daß sie den äußeren Fünferring sprengen. Dagegen sind die den Stellungen 8 (6; 2) der Fig. 2 entsprechenden durchaus stabil, wenn auch die Abstände im Innenring größer sind

und der äußere Sechserring etwas mehr verzerrt ist. Damit ist begründet, warum bei zunehmender Ladung Pendel nach außen wandern und bei abnehmender Ladung nach innen sinken.

Noch einige Worte über nichtstabile Gleichgewichtsfiguren. Drei Pendel können gewiß auch dann im Gleichgewicht sein, wenn sie auf einer Geraden stehen, doch ist dann das Gleichgewicht labil. Wird ihnen aber, etwa durch bifilare Aufhängung die Bewegungsfreiheit in der zweiten Dimension genommen, so wird diese Lage sogar stabil. Wird M in Fig. 6a ein kleines Stück auf der Mittelsenkrechten von AB verschoben, so macht sich eine weitertreibende Abstoßungskraft geltend, die größer als die zurücktreibende Schwerkraft ist. Ein anschauliches Bild erhalten wir durch die Potentialflächen: von A und B her stoßen zwei Berge vor, M liegt auf der Höhe des Sattelpasses, die - nach unserer Annahme parabolische - Potentialfläche des Schwerefeldes füllt die Täler nicht aus, M wird abgedrängt.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei Fig. 6b, wo drei Kugeln ein gleichseitiges Dreieck bilden, während eine vierte in dessen Schwerpunkt steht. Zu jeder Verschiebung der mittleren Kugel, auch nach einer Seite des Dreiecks hin, muß man Arbeit leisten, denn hier überwiegen die zurücktreibenden Kräfte, die Potentialflächen bilden eine ringsum geschlossene Mulde; aber das Gleichgewicht ist trotzdem nicht stabil, denn durch die Verrückung der mittleren Kugel wurden an den äußeren Kugeln Kräfte hervorgerufen, durch deren Auswirkung mehr Arbeit gewonnen werden kann, als zu der ersten Verrückung aufzuwenden war. So zeigt sich erst bei Berücksichtigung aller Freiheitsgrade, daß die Stellung labil ist und auseinanderfallen muß. Nimmt man aber der inneren Kugel mindestens die Hälfte ihrer Ladung, so wird die Lage stabil.

Die Beschäftigung mit diesen Figuren hat besonderen Reiz, weil die vielseitig gestaltende Kraft so einfacher Bedingungen und der bedeutende Einfluß, den Arithmethik und Dimensionenzwang auf physikalische Probleme haben, deutlich zutage tritt.

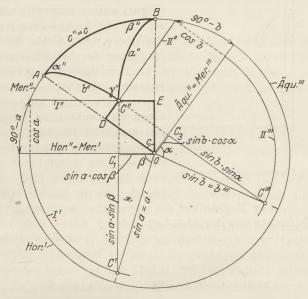
Kleine Mitteilungen.

Herleitung der sphärisch-trigonometrischen Hauptsätze aus der rechtwinkligen Projektion des Kugeldreiecks¹).

Von M. Hauptmann in Leipzig.

In einem Vortrage von 1924?) habe ich gezeigt, wie man aus einer geeigneten Darstellung des Kugeldreiecks in rechtwinkliger Projektion die Hauptsätze der sphäri-

schen Trigonometrie unmittelbar ablesen kann. Es erleichtert Vorstellung und Sprechweise, wenn das Kugeldreieck ABC sogleich als nautisches Dreieck Pol, Zenit, Gestirn aufgefaßt wird. In der Figur sind als Projektionsebenen Π_1 , Π_2 , Π_3 der Reihe nach die Ebenen des Horizonts, des Ortsmeridians (Zeichenebene) und des Aquators benutzt. Es sind also $I^{\prime\prime}$ und $II^{\prime\prime}$ die Aufrisse des Höhenbzw. des Abweichungsparallels. Auf dem Grundriß I' liegt der Grundriß C', auf dem Seitenriß II'''der Seitenriß C''' des Gestirnes C. Im Grundriß erscheint das Azimut bzw. sein Supplement \(\beta \), im Seitenriß der Stundenwinkel α in wahrer Größe.



Über ein einfaches Quecksilber-Spektral-Rohr.

Von E. Rumpf in Graz.

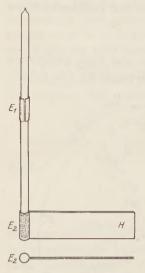
Zur Eichung von spektroskopischen Anordnungen und für Arbeiten am Spektralapparat ist es häufig erwünscht, die Quecksilberlinien benutzen zu können. Die käuflichen Hg-Geißler-Röhren sind zerbrechlich und verhältnismäßig teuer, die Aufstellung einer Quarzlampe ist umständlich. Im folgenden soll ein einfaches Spektralrohr beschrieben werden, das leicht herstellbar ist, und zu dessen Erregung ein kleiner Funkeninduktor, wie er für Geißler-Röhren üblich ist, genügt.

Es besteht aus einem 10 bis 20 cm langen Glasröhrchen von etwa 5 mm innerem Durchmesser, das mit etwa einem halben ccm Hg beschickt ist. Mit einer

¹⁾ Vgl. auch den Aufsatz von W. Kramer in Heft 2, 1927, S. 60 ff.

²⁾ Gehalten in der Leipziger Ortsgruppe des Förderungsvereins.

guten Pumpe (mindestens Gaede-Hg-Trommelpumpe) wird es evakuiert und gleichzeitig das Hg durch eine kleine Flamme zum Sieden gebracht. (Weil bei diesem



Verfahren leicht zuviel Hg abdampft oder als Tropfen abgesaugt wird, ist es gut, anfangs etwas mehr Hg einzufüllen.) Ist das Röhrchen sorgfältig evakuiert, so daß es beim Sieden einen harten, metallischen Klang gibt, so wird es von der Pumpe abgeschmelzt.

Als Elektroden werden zwei Blechhülsen E_1 und E_2 (Figur) außen aufgeschoben: die untere, E_2 , nur so weit, daß sie das Hg deckt — sie trägt eine etwa 7 cm lange Lasche —, die obere, E_1 , 5 bis 10 cm höher, je nach der Sekundärspannung des Induktoriums.

Zur Verwendung wird das Rohr, am oberen herausragenden Glasteil geklemmt, vor dem Spalt des Spektralapparates vertikal aufgestellt und die Lasche bei H durch einen Bunsenbrenner angeheizt. Nach kurzer Zeit leuchtet das Rohr im Wechselfelde des Induktoriums hell grün, und im Spektroskop zeigen sich sofort die Linien 436, 546, 577, 579 $\mu\mu$. Bei sorgfältiger Beobachtung, und besonders knapp über der geheizten Elektrode finden sich auch (zum Teil nur angedeutet) die Linien 405, 408, 435, 492 $\mu\mu$.

Der Mechaniker am physikalischen Institut, Herr F. Schippek ist bereit, solche Röhrchen um Mk. 5.— zu liefern.

Aus dem physikalischen Institut der Universität Graz.

Wahl der Vergrößerungen bei Mikroskopie und Mikrophotographie.

Von Professor Dr. F. Hauser in Rathenow.

Der Erfolg einer mikroskopischen Untersuchung hängt im wesentlichen von der Wahl der richtigen Vergrößerung und der diese erzielenden Objektive und Okulare ab. Die Vergrößerung darf nicht zu gering sein, damit nicht wichtige Einzelheiten des Objektes unsichtbar bleiben; es hat aber auch keinen Zweck, die Vergrößerung stärker zu nehmen, als es das betreffende Präparat erfordert, denn je stärker die Vergrößerung ist, um so kleiner wird das Flächenstückehen, das man überblicken kann, und um so länger dauert das Absuchen des Präparates; es geht also Zeit nutzlos verloren, wenn man die Vergrößerung zu stark wählt. Die Angaben über die jeweils am besten geeigneten Vergrößerungen finden sich in zahlreichen Büchern und Zeitschriften über Mikroskopie, Materialprüfung usw. verstreut. Es wird daher für viele Mikroskopiker, insbesondere für diejenigen, welche sich über Nachbargebiete unterrichten wollen, oder für solche, welche die Mikroskopie mehr als gelegentliches Hilfsmittel oder als Liebhaberei betreiben, von Interesse sein, eine kleine Zusammenstellung der für eine Reihe von Untersuchungsgebieten geeignetsten Vergrößerungen in den folgenden Zeilen vorzufinden. Bei der Abfassung dieser Zusammenstellung haben mich unterstützt: Herr Prof. Dr. HASSELWANDER (Anatomie), Herr Geheimrat Prof. Dr. Hauser (pathol. Anatomie), Herr Geheimrat Prof. Dr. Heim (Hygiene und Bakteriologie), Herr Prof. Dr. Spaeth (Nahrungsmitteluntersuchung). Es sei den Genannten auch an dieser Stelle der verbindlichste Dank ausgesprochen.

Als allgemeine Grenzen für die mikroskopischen Vergrößerungen kann man etwa 10 bis 800 fach ansehen, wozu bemerkt sei, daß für die schwachen Vergrößerungen bis etwa 20 mal vielfach noch Lupen genügen, deren Gesichtsfeld aber klein ist. Bei Mikrophotographien geht man für bestimmte Fälle (Bakterien, Metalluntersuchungen) bis 1000 fach, mitunter höher.

Im Einzelnen ist etwa folgendes anzuführen:

- 1. Die geringsten Vergrößerungen sind nötig für Präparier-Apparate (Präparier-Lupen und -Mikroskope). Die angewandten Lupenvergrößerungen halten sich zwischen dem 1½ bis 10 fachen. Wenn man ein größeres Gesichtsfeld wünscht, als es die gebräuchlichen Lupen geben, muß man ein Präpariermikroskop mit schwächsten Objektiven und Okularen nehmen. Dieses Instrument kommt auch dann in Frage, wenn man stärkere Vergrößerungen anzuwenden wünscht; sie über das 100 fache zu steigern, hat jedoch hier schon mit Rücksicht auf den Arbeitsabstand keinen Zweck.
 - 2. Für Trichinenschau: 40 bis 100 mal.
 - 3. Für Prüfung von Papier: Bis 150 mal.
- 4. Für Hand- und Demonstrationsmikroskope sowie für Schüler-, Exkursions- und Taschenmikroskope genügen für alle Untersuchungsgebiete 10 bis 250 fache Vergrößerungen, da es sich hier nicht um ein Eingehen auf die kleinsten Einzelheiten handelt. Für viele Demonstrations- und manche Schulzwecke genügen auch geringere Vergrößerungen als 250 fache.
 - 5. Für Prüfung von Tierhaaren: Bis 120 bis 200 mal.
 - $6.\ F\"{u}rdie\ Untersuchung\ von\ Pflanzen fasern\ in\ der\ Textillindustrie\ :\ Bis\ 100\ bis\ 300\ mal.$
- 7. Für einfache Kurs-Mikroskope: 10 bis 300 mal. (Zu Kurs-Mikroskopen vgl. auch Ziff. 9. und 13.)
- 8. Für Schädlingsbekämpfung: Insekten, Milben usw. (besonders für Landwirte wichtig): etwa 5 bis 100 mal; Hausschwamm (zur Unterscheidung von den mit ihm häufig verwechselten Pilzen): 300 bis 350 mal.
- 9. Für Kurs- und Schulmikroskope, die auch eingehendere Untersuchungen gestatten sollen: etwa 10 bis 500 mal, und zwar wird es an der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht als zweckentsprechend bezeichnet, wenn ein Schulmikroskop die Vergrößerungen 12 bis 15 mal, 25 bis 30 mal, 50 bis 60 mal, 110 bis 120 mal, 220 bis 240 mal und 450 bis 500 mal ermöglicht, die mit 3 Objektiven und 2 Okularen zu erreichen sein müssen.
- 10. Für Nahrungs- und Genußmittelprüfung: bei der mikroskopischen Untersuchung der pflanzlichen Lebensmittel beginnt man im allgemeinen mit 60 bis 120 maligen Vergrößerungen, um dann erst die stärkeren, und zwar 120 bis 250 mal. zu wählen. In manchen Fällen, bei kleinen und kleinsten Stärkekörnern, geht man bis zu 400 bis 500 maliger Vergrößerung. Im einzelnen ergeben sich beispielsweise folgende Vergrößerungen: für Gewürze wie Senf: bis 200 bis 300 mal, wie Pfeffer, Safran, Zimt: bis 120 bis 250 mal; bei Gewürzen mit sehr kleiner Stärke, so z. B. öfters bei Zimt, ist eine Vergrößerung bis 500 bis 600 mal erwünscht; für Mehl, Brot usw.: bis 200 bis 250 mal; für Hülsenfrüchte und Tabak: bis 250 mal; für Getreidekörner (Schnittuntersuchungen): bis 250 bis 300 mal; zum Nachweis von Brandsporen, von verschiedenen Schimmelpilzen, von den sog. Ausreuten in Mehl und Brot nimmt man zweckmäßig Vergrößerungen von 150 bis 300 mal; für Roggenstärke, Hafer-, Gersten-, Mais-, Reismehl usw.: bis 300 mal; für Kartoffelstärke bis 400 mal; für Kaffee, Tee, Kakao und Kaffeesurrogate: 125 bis 350 mal; für manche schädlichen Pilze, wie Mutterkorn: 250 bis 400 mal; um Knollenblätterpilze vom Champignon bei Pilzvergiftungen mikroskopisch im Mageninhalt zu unterscheiden: bis 250 mal; für Trüffel und Verfälschungen: bis 400 mal; für Milch, Butter und Käse: 200 bis 500 mal.
- 11. Für gärungsgewerbliche Untersuchungen, z.B. der Hefepilze und Bakterien bei Bier und Wein: 250 bis 600 mal.
- 12. Für botanische Untersuchungen: Zur Betrachtung von Blüten und Blütenteilen bei der Pflanzenbestimmung sind ganz schwache Vergrößerungen nötig (etwa 8 mal); sie geben geeignete Übersichtsbilder. Für den feineren Bau der Pflanzen genügen 20 bis 100 malige Vergrößerungen. Für wissenschaftliche Spezialuntersuchungen sind meistens 400 bis 600 malige Vergrößerungen ausreichend, mitunter allerdings die stärkstmöglichen notwendig.

- 13. Für normale und pathologische Histologie (Gewebelehre): Für topographische Übersichtsbilder: 20 bis 30 mal; für histologische Kurszwecke: 60 bis 400 mal; für histologische Forschungszwecke (bei Zellstrukturen): bis zu den stärksten Vergrößerungen.
 - 14. Für Blutuntersuchungen: etwa 300 bis 800 mal.
- 15. Für Bakterien, Protozoen u. dgl.: Bakterien-Ansiedlungen auf Nährbodenplatten werden bei etwa 30 bis höchstens 100 facher Vergrößerung gemustert; die sonst am meisten angewandte Vergrößerung ist etwa 700 mal; als Höchstgrenzen werden benötigt: für größere Protozoen (Amöben usw.): bis 500 mal, für kleinere Protozoen: bis 800 bis 1000 mal, für Bakterien: bis 800 bis 1600 mal.
 - 16. Für Mineralogie: Von den schwächsten Lupenvergrößerungen bis 1400 mal.

17. Für metallographische Zwecke: Zum Absuchen und ersten Prüfen von Metalloberflächen dienen Lupen und weiterhin Werkstattmikroskope mit Vergrößerungen bis 60 mal, sonst im allgemeinen mikroskopische Vergrößerungen bis 350 mal; insbesondere bei Eisen und Stahl zur Untersuchung der feinsten Einzelheiten geht man bis zu den stärkstmöglichen Vergrößerungen.

Selbstverständlich stellen die angegebenen Vergrößerungszahlen keine starren Regeln dar; sie sollen nur ein Wegweiser für die Vergrößerungswahl und damit für die Wahl des Mikroskopes sein. Außer den für die verschiedenen Zwecke vielfach allein angeführten Höchstvergrößerungen müssen die Mikroskope in der Regel auch die Möglichkeit der Verwendung schwächerer zum Absuchen der Präparate bieten; dem ist durch entsprechende Ausrüstung der meisten Mikroskope Rechnung getragen. Natürlich bleibt es auch unbenommen, gelegentlich zu stärkeren Vergrößerungen und damit höherwertigen Instrumenten zu greifen, als sie gerade hinreichend und notwendig sind. Dementsprechend gestatten z. B. Mikroskope für Trichinenschau auch eine 200 bis 250 fache Vergrößerung usw. Bemerkt sei hier, daß die mechanische Ausrüstung eines Mikroskopes stets seiner optischen entsprechen muß. Die einfachsten mechanischen Ausrüstungen sind nur für die schwächeren optischen Systeme zu gebrauchen, die stärkeren erfordern zur genauen Einstellung die Bewegung des Tubus mittels Zahn und Trieb, und die stärksten benötigen hierfür der Feineinstellung und außerdem besonderer Einrichtungen für die Beleuchtung (Abbescher Beleuchtungs-Apparat). Nach diesen Grundsätzen werden von den herstellenden Firmen die Mikroskope ausgerüstet, und es ist daher, außer ab und zu für besondere wissenschaftliche Spezialzwecke, nicht empfehlenswert, an den katalogmäßigen Zusammenstellungen etwas zu ändern, die ja an und für sich für die verschiedensten Zwecke geeignete Mikroskope noch dazu in mehreren Ausführungsformen enthalten.

Die angeführten Vergrößerungszahlen gelten ebenso wie für die subjektive mikroskopische Betrachtung auch für Mikrophotographie bei einem Kameraauszug von rund 250 mm, gemessen von der Okularlinse bis zur Einstellscheibe. Nimmt man unter Beibehaltung der optischen Ausrüstung den Kameraauszug größer, so wird bekanntlich die Vergrößerung entsprechend stärker, aber nur als leere Vergrößerung ohne Steigerung der Auflösung.

Für die Formate der Mikrophotographien und für die anzuwendenden Vergrößerungsstufen sind vor einiger Zeit vom Werkstoffausschuß des Vereins deutscher Eisenhüttenleute bestimmte Normen vorgeschlagen worden, die von allgemeinerem Interesse sind und daher hier mitgeteilt seien: Als Format wird ein Rechteck 50×70 mm empfohlen. Die Vergrößerungsstufen sollen sein; 1, 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 und 1000 mal mit einer Genauigkeit von rund $2^{\,0}/_{\!0}$; in erster Linie sollen Verwendung finden die Vergrößerungen 100, 500, 1000 mal.

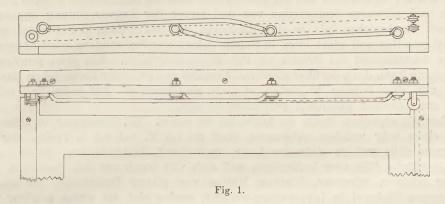
In einer demnächst folgenden Abhandlung soll gezeigt werden, welche Systeme (Objektive und Okulare) man zweckmäßig wählt, um die verschiedenen Vergrößerungen zu erzielen, da es bekanntlich für die Auflösung kleiner Einzelheiten durchaus nicht gleichgültig ist, welchen Anteil an der Vergrößerung das Objektiv und welchen das Okular hat.

Über Verdunkelungen durch Zugvorhänge.

Von Wilhelm Volkmann in Berlin-Steglitz.

(Mitteilung der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht.)

In ihrem Musterverzeichnis von Einrichtungen und Lehrmitteln für den physikalischen Unterricht¹) hat die Staatliche Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht bereits 1918 auf Verdunkelung durch Zugvorhänge besonders hingewiesen. Es hat sich aber gezeigt, daß diese Vorhänge manchmal in ungeeigneter Weise ange-



fertigt und angebracht werden. Sie können dann ihren Zweck natürlich nicht erfüllen, während sie bei richtiger Ausführung allen Ansprüchen des Schulunterrichtes durchaus genügen. Die Notwendigkeit, für eigenen Bedarf einige Fenster mit Verdunkelung

zu versehen, hat der Hauptstelle Anlaß gegeben, bei dieser Gelegenheit kleine Verbesserungen an der Zugeinrichtung vorzunehmen und verschiedene Stoffe zu erproben.

Fig. 1 zeigt die Zugvorrichtung vor dem Anbringen der Stoffe, von vorn gesehen, und darüber die Ansicht von unten her. Fig. 2 zeigt einen Durchschnitt durch die Mitte der Zugvorrichtung, die Vorhänge, die Mauer und das Fenster. Gezeichnet ist die Verdunkelung eines einflügeligen Fensters, um eine Zeichnnng von mäßiger Breite zu erhalten; die Fenster, an denen die erwähnten Verdunkelungen angebracht wurden, sind sehr hoch und breit und auf der Sonnenseite gelegen. Die Fensterbretter stehen um etwa 5 cm über die Seitenwand vor und reichen bis zu den Leisten, die den

Stoff an die Wand klemmen. Die Vorhänge reichen wenigstens 30 cm unter das Fensterbrett.

Der Träger der Verdunkelung ist aus zwei Brettern zusammengesetzt. Das eine, von 13 bis 15 cm Breite, wird mit drei Schrauben in Dübeln flach an der Wand befestigt. Mit ihm verschraubt ist ein 8 bis 10 cm breites Brett, das den oberen lichtdichten Abschluß bildet und Führungsstangen und Rollen trägt. Die Führungsstangen aus gezogenem Eisen werden je nach ihrer Länge 10 bis 13 mm stark genommen, an beiden Enden zu Ösen umgebogen und dicht an den Ösen gekröpft. Ferner erhalten sie eine Biegung, die bewirkt, daß die auf 25 bis 35 cm Länge sich überlappenden Vorhänge leicht aneinander vorbeilaufen und sich dann eng aneinander schließen. Die Führungsstangen und die Rollen sind mit Bolzenschrauben am wagerechten Brett befestigt. Die Muttern liegen oben, sind also immer zugänglich, so daß sie, wenn nötig, jederzeit nachgezogen werden können. Die gestrichelten Linien deuten die geklöppelte Zugschnur an, die von der Umleitungsrolle zu den beiden

Fig. 2.

¹⁾ Verlag Quelle & Meyer, Leipzig.

Zugrollen und dann abwärts führt. Dort läßt man die Schnurenden entweder durch zwei Ösen gehen und die beschwerten Enden frei hängen, oder man knüpft sie zusammen und führt sie unten um eine zweite Umleitungsrolle. An der Schnur werden mit Zügeln von wenigen em Länge die letzten Ringe oder die Ecken der Vorhänge befestigt. Links und rechts sind die Leisten von 4 cm Breite am Fenster entlang geführt. Sie dienen dazu, die Außenränder der Vorhänge dauernd an die Wand zu klemmen, so daß ein vollkommener seitlicher Lichtabschluß zustande kommt. Die Unterseite des Trägerbrettes und der benachbarte Teil des Wandbrettes werden schwarz gemacht und schwarze Stoffstreifen vor und hinter der Zugvorrichtung angebracht, die soweit hinabreichen, als es die Rücksicht auf das Öffnen der Fenster zuläßt. Der Vorderstreifen soll nicht etwa in Falten gelegt werden, sondern glatt hängen und auch die Schmalseiten des Brettes bis zur Wand umgreifen. Ein etwa gewünschter Faltenbehang kann dann darüber angebracht werden und beliebige Farbe haben. Mehrere Fenster mit einer Schnur zu ziehen ist nicht zweckmäßig. Auf jeden Fall soll das Fenster am Lehrtisch gesondert verdunkelbar sein.

Über die erproben Stoffe ist folgendes zu sagen. Ed. Liesegang in Düsseldorf lieferte einen sehr weichen schwarzen Stoff zu 7,5 M. bei 1,3 m Breite, der sehr schmiegsam fällt und in einfacher Lage ausreichend lichtdicht ist. Seine lockere rauhe Oberfläche läßt aber befürchten, daß sich viel Staub auf ihm festsetzen wird. Ein sehr schöner, schwerer, brauner Molton von glatter Oberfläche, der aus der mechanischen Weberei in Lippspringe stammt, erwies sich als etwas weniger dicht, genügt aber für Bildwurf in einfacher Lage; sein Preis war etwa der gleiche. Ein schwarzer Köper-Satin "Formosa" von N. Israel, Berlin, Spandauerstr. 16. zu 4.5 M. ist für Bildwurf in einfacher Lage völlig genügend. Als Hörsaalverdunkelung bei Fenstern, die von der Sonne beschienen werden, ist doppelte Lage vorzuziehen, wobei ein etwas leichterer Stoff gewählt werden kann, der einfach genommen nicht befriedigte. Die Oberfläche nimmt den Staub wenig an. Rudolf Hertzog, Berlin, Breite Straße 12-19, lieferte Molton in den verschiedensten Farben, die sich dann eignen, wenn ein Festsaal mit Verdunkelungen versehen werden soll. Ein aus gelbem und rotem Stoff gemachter Vorhang ließ noch merklich Licht hindurch. Nach dem Einfügen eines leichten schwarzen Satin befriedigte der Vorhang durchaus. Die dreifache Lage hatte für 1 m 3,6 + 3,6 + 2,3 M. gekostet. Andere vorgelegte Stoffe erwiesen sich schon bei den Vorversuchen als ungeeignet, darunter auch ein gar nicht billiger schwarzer Stoff, den ein Spezialgeschäft für Bildwurf sehr empfohlen hatte.

Zur Erklärung des Schattenkreuzphänomens in der Crookesschen Röhre.

Von Dr. Paul Ernst und Joachim Pohorvles in Wien.

Angeregt durch die im 37. Jahrgang dieser Zeitschr. (1924, I. S. 37) veröffentlichten "Beobachtungen an der Crookesschen Schattenkreuzröhre" von Bruno Kolbe in Jewe (Estland) haben wir das Schattenkreuzphänomen einer genaueren experimentellen Überprüfung unterzogen.

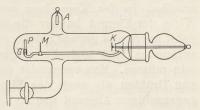
Die zu diesem Zweck nach nebenstehender Skizze angefertigte Versuchsröhre 1) ist zerlegbar und trägt auf einer Gabel G hinter dem Metallkreuz M eine auswechselbare Glasplatte P, auf welcher die Fluoreszenzerscheinungen erzeugt werden. Schon der erste Versuch bestätigte die Richtigkeit unserer Annahme, daß die von der Kathodenzerstäubung herrührenden Metallteilchen von den Kathodenstrahlen mitgerissen werden und auf der Glaswand bzw. -platte einen unsichtbaren Niederschlag erzeugen,

¹) Die Röhre wurde von der Firma Otto & Ferd. Woytacek, Wien IV., Starhemberggasse 29, in mustergültiger Weise hergestellt, so daß sie ohne jede Abänderung für die ganze Versuchsreihe verwendet werden konnte.

hinter welchem die Kathodenstrahlen beim Umkehrphänomen das Glas zu nicht so starker Fluoreszenz bringen wie an den vom Belag freien Stellen, den "Schatten".

Die Röhre wurde mit einer Quecksilberdampfstrahlpumpe bis zum Röntgenvakuum

ausgepumpt und die Entladung eines Funkeninduktors etwa 10 Minuten lang bei stehendem Kreuz hindurchgeschickt. Sodann ließen wir die Luft einströmen und nahmen die Glasplatte nach Zerlegung der Röhre heraus. Durch "physikalische Entwicklung" (Metolhydrochinonentwickler mit Zusatz von Dextrin und Silbernitrat) gelang es in 14 Stunden, den vermuteten Metallniederschlag so zu verdichten, daß er als spiegelnder Belag auf den "nicht beschatteten" Stellen



Versuchsröhre. Maßstab 1:5.

deutlich sichtbar wurde 1). Eine Messung der mit 10^{-9} bis 10^{-8} mm geschätzten Dicke der ursprünglichen Schicht kann mit den uns augenblicklich zur Verfügung stehenden Mitteln leider nicht verläßlich durchgeführt werden.

Das Verschwinden des hellen Kreuzes erfolgt beim Versuch dann, wenn sich die Glaswand der Röhre infolge des Elektronenbombardements derart erhitzt, daß sich der dünne Metallniederschlag von ihr loslöst; das kann übrigens auch durch kräftiges Erwärmen der Röhre mit einer Bunsenflamme von außen her bewirkt werden.

Zur vollkommenen Erhärtung der für die in Rede stehende Erscheinung gegebenen Erklärung war noch eine Reihe von einwandfreien Kontrollversuchen erforderlich, über die wir jedoch wegen des verhältnismäßig geringen Interesses, das heutzutage der Crookesschen Röhre im allgemeinen entgegengebracht wird, hier nicht ausführlich berichten wollen.

Jedenfalls hoffen wir, durch unsere Versuche die vage Annahme einer Ermüdung des Glases gegen Fluoreszenz zur Erklärung des Schattenkreuzphänomens endgültig aus der Welt geschafft zu haben.

Ein Demonstrations-Rundfunksender.

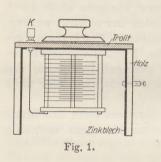
Von A. Lambertz und R. Mecke in Bonn.

Versuche über ungedämpfte modulierte elektrische Wellen werden heutzutage wohl überall im Physikunterrichte ausgeführt. Sie müssen sich jedoch meist auf den Empfang der Sendungen der Rundfunksender beschränken. Im folgenden sei daher der Aufbau einer zu Demonstrationszwecken geeigneten kleinen Senderanordnung beschrieben, die neben größter Anschaulichkeit noch den Vorteil bietet, daß die dazu notwendigen Teile, soweit sie sich nicht in jeder physikalischen Sammlung vorfinden, aus den käuflichen Radio-Einzelteilen leicht zusammengebaut werden können, und in ihrer Verwendbarkeit nicht auf den hier beschriebenen Versuch beschränkt sind. Die Abstimmung zweier Schwingungskreise auf Resonanz, das Wesen und die Wirkungsweise der Rückkopplung sowie die Modulation der ungedämpften Wellen lassen sich an dieser Anordnung sehr gut erläutern.

Wir beginnen mit der Beschreibung derjenigen Teile, die vielleicht nicht (richtiger wohl: noch nicht) überall vorhanden sind. Es handelt sich da um zwei gleiche Schwingungskreise, die also evtl. selbst herzustellen wären, und von denen einer in Fig. 1 wiedergegeben ist. Ein kleiner Kasten, dessen vier Seitenwände aus Holz bestehen, während seine obere Wand von einer aufgeschraubten Trolitplatte gebildet wird, ist im Innern mit einer als elektrostatischer Schutz dienenden Metallbelegung — am besten aus dünnstem Zinkblech — versehen. An der Innenseite der oberen Wand ist sodann ein guter Drehkondensator von etwa 1000 cm Kapazität.

¹) Während des Druckes dieses Berichtes ist es uns gelungen, so kräftige Niederschläge zu erzielen, daß sie auch ohne jede Entwicklung sichtbar sind.

angebracht, dessen Drehachse durch eine Öffnung der Trolitplatte und durch eine der erforderlichen guten Isolation entsprechend größere Öffnung der Metallbelegung geht. Die Kondensatorachse trägt auf der Außenseite der Trolitplatte eine Skalenscheibe. In der Mitte einer ihrer Seiten besitzt die Trolitplatte noch zwei Klemmen K (in der Figur 1 ist nur die eine sichtbar), die im Innern des Kastens durch möglichst kurze und gerade Stücke starren Vierkantdrahtes mit den Kondensatorbelegungen verbunden sind und die selbstverständlich ebenfalls von der Metallbelegung isoliert sein müssen. Man verwendet dazu sog. Universalklemmen, die sowohl das Befestigen von Drähten als auch das Einstecken von Steckern gestatten, und gibt ihnen einen gegenseitigen Abstand von 20 mm, so daß auch ein Doppelstecker und vor allem eine der zu Radiozwecken verwendeten Selbstinduktionsspulen eingesteckt werden kann. Eine einfache Messingklemme, die auf der Außenseite einer der Holzwände des Kastens aufgeschraubt ist und mit der inneren Metallbelegung gut leitend verbunden ist, dient zum Anschluß der Erdleitung. Die untere Seite des Kastens bleibt offen, um einen guten Einblick in das Innere zu gewähren. Was die Abmessungen des Kastens betrifft, so sind dafür natürlich diejenigen des verwendeten Drehkondensators bestimmend. Man achte jedoch darauf, daß die Seitenwände nirgendwo näher als bis

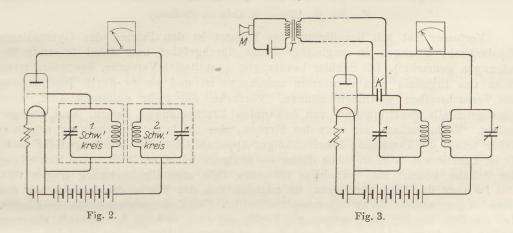


auf einige Zentimeter an den Kondensator herankommen, damit die Dämpfung der Schwingungen möglichst gering bleibt. Setzt man auf die oben erwähnten Universalklemmen eine Selbstinduktions- (Honigwaben-, Korbboden-) Spule, so hat man einen Schwingungskreis von einer in weiten Grenzen veränderlichen Schwingungsdauer.

Die Senderschaltung ist nun die in Fig. 2 wiedergegebene. In den Gitterkreis einer normalen Verstärkerröhre ist der eine der beiden oben beschriebenen Schwingungskreise geschaltet, während der zweite in den Anodenkreis gelegt wird. Das außerdem noch im Anodenkreis

liegende Galvanometer ist ein gewöhnliches Demonstrations-Drehspulinstrument mit Zeigerablesung und mit einem Meßbereich bis 2 bis 5 Milliampere. Die Größe der anzulegenden Spannungen (im allgemeinen 4 Volt als Heiz- und 60 bis 100 Volt als Anodenspannung) richtet sich nach der verwendeten Röhre. Am besten eignet sich eine Endverstärker- (Lautsprecher-) Röhre. Wir koppeln nun den Anodenkreis auf den Gitterkreis zurück, indem wir die beiden Schwingungskreise, wie Fig. 2 zeigt, so nebeneinander setzen, daß die beiden Spulen sich in koaxialer Lage nahe beieinander befinden. Die Spulen wählt man etwa zu je 250 Windungen. Beim Einschalten des Röhrenheizstromes zeigt das Galvanometer einen dem Anodenstrom entsprechenden Ausschlag. Stimmt man nun aber durch Einstellen der Drehkondensatoren die beiden Schwingungskreise aufeinander ab, so erkennt man an einem plötzlichen erheblichen Zurückgehen des Galvanometerausschlages das Einsetzen der hochfrequenten Schwingungen. Die Rückkopplung kann man leicht enger oder weiter machen und damit die Dämpfung mehr oder weniger stark herabsetzen bzw. nach der negativen Seite vergrößern, indem man die Schwingungskreise einander nähert oder voneinander entfernt. Der Galvanometerausschlag sinkt mit zunehmender Entdämpfung. Die Spulen, speziell die im Anodenkreis liegende, strahlen nun als kleine Rahmenantennen die Schwingungen in den umgebenden Raum hinaus. Das Strahlungsvermögen ist naturgemäß sehr gering, ein Konflikt mit irgendwelchen gesetzlichen Bestimmungen ist also nicht zu befürchten. Immerhin beträgt die Reichweite einige Meter, und die Wellen können leicht mittels eines in der Nähe aufgestellten Empfangsapparates aufgenommen werden. Man kann dazu einen normalen Drei- bzw. (bei großem Auditorium) Vierröhren-Rundfunkempfänger mit Lautsprecher benutzen. Als Empfangsantenne dient auch hier die Selbstinduktionsspule des Abstimmkreises, der natürlich "lang" geschaltet sein muß. Der Empfänger wird in passender Ent-

fernung vom Sender so aufgebaut, daß die (gleichzeitg als Antennen dienenden) Spulen des Senders und Empfängers koaxial zueinander stehen. Hat man die Möglichkeit, den Empfangsapparat zusammen mit den zugehörigen Heiz- und Anodenbatterien sowie dem Lautsprecher auf einen kleinen fahrbaren Tisch aufzubauen, so kann man den Versuch besonders eindrucksvoll gestalten. Indem man nämlich den Tisch in der Umgebung des Senders herumfährt, kann man gewissermaßen die einzelnen Stellen des umgebenden Raumes abtasten. Auf diese Weise läßt sich sowohl die Abnahme der Intensität der Wellen mit der Entfernung als auch besonders die Richtwirkung beim Rahmenempfang zeigen. Stellt man nämlich die Empfangsapparatur zunächst, wie oben angegeben, so auf, daß die Spulen koaxial zu denen des Senders stehen, und dreht dann den Empfänger langsam über einen Winkel von 360° um sich selbst, so kann man deutlich erkennen, daß die Intensität zwei Maxima (bei 00 und 180°) und zwei Minima (bei 90° und 270°) durchläuft. Um überhaupt die (bisher nicht modulierten) Wellen zu erkennen, braucht man nur einen der Schwingungskreise des Senders oder des Empfängers ein wenig gegenüber den anderen zu verstimmen. Man erhält dann Schwebungen, die man im Lautsprecher als das bekannte Pfeifen hört.



Es bleibt noch übrig, die Modulation der Wellen zu zeigen. Zu diesem Zwecke schaltet man in den Gitterkreis des Senders einen Blockkondensator von 5000 bis 10000 cm Kapazität (K in Fig. 3) ein und parallel zu diesem die Sekundärwicklung eines gewöhnlichen Telephontransformators T. Die Primärwicklung des letzteren verbindet man dann mit einem Mikrophon M und einer dazu passenden Akkumulatorenbatterie. Allerdings muß hier ein Mikrophon von hervorragender Beschaffenheit verwendet werden, wenn die Wiedergabe von Sprache oder Musik einigermaßen befriedigend sein soll. Außerdem werden die hier als Senderöhren verwendeten Verstärkerröhren sehr leicht überschrien. Steht ein solch gutes Mikrophon nicht zur Verfügung, so legt man als vorzüglichen und leicht zu beschaffenden Ersatz an Stelle des Transformators, des Mikrophons und der Batterie als Schallaufnahmeapparat ein einfaches Radio-Telephon parallel zum Kondensator K. Als Verbindung zwischen Transformator T und Kondensator K bzw. zwischen dem Telephon und K verwendet man ein Doppelkabel von solcher Länge, daß der Schallaufnahmeapparat in einem Raume außerhalb des Auditoriums aufgestellt werden kann.

Zur Übertragung eignet sich außer der Sprache auch Grammophonmusik. Man nimmt von dem benutzten Grammophon den Schalltrichter ab und bringt statt dessen das Mikrophon bzw. Telephon unter Zwischenfügung eines Filzringes dicht an die Öffnung des Schallrohres heran. Die vorhin beschriebenen Versuche über die Intensitätsabnahme mit der Entfernung und die Richtwirkung beim Rahmenempfang lassen sich selbstverständlich auch mit den modulierten Wellen ausführen.

Es braucht wohl nicht besonders betont zu werden, daß die in der angegebenen Weise in Kästen eingebauten Drehkondensatoren sowohl als Kondensatoren allein wie auch zusammen mit Selbstinduktionsspulen als Schwingungkreise auch bei allen möglichen anderen Versuchen Verwendung finden können. Hat man z. B. die Möglichkeit, sich von einem solchen Kondensator eine genaue Eichkurve zu verschaffen, so hat man einen bequemen Vergleichskondensator für Kapazitätsmessungen, insbesondere bei Verwendung der Glimmbrücke¹). Ist außerdem noch die Größe der Selbstinduktion einer oder mehrerer der vorhandenen Spulen und damit die Frequenz des Schwingungskreises bekannt, so läßt sich der letztere in verschiedener Weise zu Wellenlängenmessungen benutzen. Diese Verwendungsmöglichkeiten, die insbesondere auch für das Praktikum in Betracht kommen, seien jedoch hier nur als Beispiele angedeutet.

Physikalische Übungen am Gymnasium als Facharbeit.

Von Dr. H. Alberti in Grimma (Sachsen).

Verfasser hat seit Beendigung des Krieges in den Primen des Gymnasiums physikalische Übungen in ungleicher Front durchgeführt und dabei folgende Erfahrungen gemacht²). Die Schüler bevorzugen quantitative Versuche, besonders wenn ihnen das Ergebnis von vornherein unbekannt ist und sie es durch Interpolation aus Versuchsreihen gewinnen können. Versuche, die mehr qualitativ sind, oder günstigstenfalls Bestätigungen von bekannten Erscheinungen liefern, sind weniger beliebt. Vorherrschend ist stets das Streben, das "richtige" Ergebnis zu erhalten; daher bringt die Benutzung behelfsmäßiger Apparate leicht Enttäuschungen für beide Teile, Lehrer wie Schüler. Aus dieser — übrigens leicht erklärlichen — Einstellung der Schüler kommt man zu einem Dilemma, falls man ihr Rechnung tragen will. Das ist aber durchaus erwünscht, da zugleich von der Warte des Lehrers aus der Forschungsunterricht ein erstrebenswertes Ziel ist. Der Zwiespalt entsteht nun dadurch, daß die Zeit, die für die Übungen zur Verfügung steht und die Arbeitskraft, die man füglich dem Gymnasiasten für dieses Fach abverlangen kann, nicht zureichen.

Da hat Verfasser sich entschlossen, eine Facharbeit, die ja sowieso vorgeschrieben ist, als Frucht der Übungsstunden einiger Wochen herstellen zu lassen. Das Ergebnis ist in hohem Grade erfreulich. Es sind Ausarbeitungen bis zu 30 Folioseiten mit sauberen Figuren und graphischen Darstellungen geliefert worden. Als Beispiel möchte ich zwei herausgreifen, die beide je einem Aufsatz dieser Zeitschrift ihren Ursprung verdanken.

I. Aufgabe: "Abhängigkeit der Schwingdauer von Stahldrahtfedern 1. von der Masse, 2. von der Nachgiebigkeit bei gleichbleibender schwingender Masse."

Apparatur und Durchführung sind im 38. Jahrgang dieser Zeitschrift S. 274 bis 282 als Mitteilung der Staatl. Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Berlin von Dr. Curt Fischer beschrieben. Es kommt aber nun alles darauf an, wie den Schülern der Weg gewiesen wird. Verfasser gab den beiden Schülern, wie sie es gewohnt waren, außer den Apparaten nur zwei Zettel. Auf dem einen stand die erste Teilaufgabe, auf dem anderen die zweite Teilaufgabe. Dann wurde ihnen nur

¹⁾ Vgl. R. Mecke und A. Lambertz, Einige Vorlesungsversuche mit der Glimmlampe als Tongenerator, Phys. ZS. 27, 86-91, 1926.

²) Anmerkung: Nach der Niederschrift, aber vor der Drucklegung des vorstehenden Artikels erschien im 1. Heft der Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht aller Schulgattungen (Jahrgang 1927) eine Abhandlung von K. Grünholz: "Das 'Auffinden' physikalischer Gesetze im Unterricht." Im Ziele stimmt diese mit der vorstehenden gewiß überein, die Wege aber sind so verschieden, daß es nicht überflüssig sein kann, beide kennen zu lernen.

noch gesagt, sie müßten suchen, die beiden Ergebnisse zu vereinigen. Eine weitere Hilfe erhielten die Schüler nicht, weder durch den Lehrer noch durch Bücher. Sie wußten also die quadratischen Gesetze nicht, waren im Gegenteil gleich zu Anfang erstaunt, daß überhaupt die Masse bei den Schwingungen etwas ausmacht (in Erinnerung an die Gesetze des mathematischen Pendels).

Die Schüler setzten die Schwingungsdauer τ als Funktion von m und erhielten graphisch Funktionen von der Form (1) $\iota^2 = a\,m$ (Parabeln). "Was a für eine Bedeutung hat, bleibt zunächst unklar. Wir werden bei der Vereinigung der Versuchsergebnisse beider Übungen nochmals auf diese Größe zurückkommen." Ebenso erhielten die Schüler (2) $\tau^2 = b \cdot h$, wo h die Nachgiebigkeit bedeutet. Der Schüler schreibt wieder: "Dieser Faktor b ist eine Konstante, die allerdings für jedes m verschieden ist. Über Eigenschaft und Bedeutung dieser Größe können wir vorläufig nichts Bestimmtes aussagen."

Aus (1) und (2) folgt, daß $a=c_1\cdot h$ und $b=c_2\cdot m$ ist. Durch Einsetzen der jeweiligen Zahlenwerte erhält man $c_1=c_2=39,2$ (im Durchschnitt). Die Schüler fanden damit die allgemeine Formel

$$\tau^{2} = 39.2 m h$$
oder
$$\tau = \sqrt{39.2 \cdot m \cdot h}$$

$$\tau = 6.25 \sqrt{m \cdot h}$$

Das Erkennen der Zahl 2π und damit Erreichen der dem bekannten Pendelgesetz entsprechenden Form war den Schülern ein Erlebnis.

Praktische Bemerkungen. a) Die benutzten Stoppuhren gaben $\frac{1}{16}$ sec an. Beide Schüler maßen die Zeit und konnten dadurch persönliche Fehler ausgleichen. Es wurden daher unter Verzicht auf gleichmäßige Genauigkeit über die ganze Tabelle nur jedesmal 20 Schwingungen ausgeführt. Hierdurch wurde die störende Einwirkung der Querschwingungen auf einen geringen Betrag herabgesetzt, sowie viel Kraft und Arbeitsfreudigkeit gewonnen. Die Ergebnisse waren z. B. für die II. Feder (\emptyset 0,9 mm;

Windungszahl 21; Masse 7,4 g) $\frac{\iota^2}{m}$ von 100 bis 500 g Zusatzgewicht

 $0,001056 \ |\ 0,001013 \ |\ 0,000986 \ |\ 0,001015 \ |\ 0,001014,$

also im Durchschnitt 0,001017. Der Durchschnitt bei der IV. Feder (41,6 Windungszahl) 0,002022.

- b) Die graphischen Darstellungen, Fig. 4 und 6 der obigen Abhandlung, wird man besser den Schülern auf der Oberstufe nicht abverlangen, denn die Parabel $\mathbf{z}^2 = a \, m$ ist ihnen sehr geläufig und braucht nicht durch die lineare Funktion $y = \mathbf{z}^2 = a \, m$ erläutert zu werden. Im Gegenteil lenkt die Fragestellung von dem reinphysikalischen Problem nur ab.
- II. Aufgabe: "Wie hängt der Luftwiderstand von der Geschwindigkeit, der Größe und der Form der bewegten Körper ab?"

Apparat hierzu ist im 36. Jahrgang dieser Zeitschrift S. 154 bis 158 von Dr. Hayungs beschrieben.

Auch diese Aufgabe wurde zwei Schülern gestellt, ohne daß der Lösung irgendwie vorgearbeitet war.

a) Die Schüler suchten die Einflüsse, die vom bloßen Apparat (ohne bewegte Körper) ausgehen, vollständig auszuschalten. Hierzu genügt es nicht, wie im zitierten Artikel angegeben, die Reibung als konstante Größe zu betrachten und etwa 60 bis 70 g hierfür in Anrechnung zu bringen. Denn die beweglichen Teile des Apparates haben ebenfalls einen von der Geschwindigkeit abhängigen Luftwiderstand zu überwinden.

Es ergibt sich folgende Abhängigkeit des Apparatwiderstandes von der Geschwindigkeit (im Auszuge):

w = Gewicht in g		50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	350	400
w = Geschwindigkeit in m/sec.		 2,22	2,69	2,99	3,28	3,52	3,77	4,71	5,46	6,13	6,68	7,25	7,69

Durch Interpolation erhält man einen mathematischen Ausdruck der Funktion $w=f(v), \ {
m z.} \ {
m B.}$

v	w A_1 A_2
3	70 > 42
4	112 > 15 > 15
5	169 > 72 > 15
6	241 > 15
7	328

$$w = 7.5 v^2 - 10.5 v + 34$$
 (1)

Abhängigkeit des Apparatwiderstandes von der Geschwindigkeit.

Es ist erkennbar, warum diese parabelähnliche Kurve nicht durch den Nullpunkt geht, da ja die mechanische Reibung einbegriffen ist.

b) Die Abhängigkeit des Luftwiderstandes von der Geschwindigkeit einer bewegten Pappscheibe von 5 × 16 qcm zeigt folgende Tabelle (im Auszuge):

Gesamtgewicht (g)	Geschwindigkeit (m/sec)	Als Apparatwiderstand abzuziehen (g)	Wirkendes Gewicht		
200	2,20	48	152		
250	2,51	55	195		
300	2,77	62	238		
350	3,02	68	282		
400	3,21	77	323		
450	3,42	85	365		
500	3,62	94	406		
600	3,93	109	491		
700	4,23	124	576		
800	4,55	141	659		
900	4,83	158	742		
1000	5,09	176	824		

Durch Interpolation wird nachgewiesen, daß die Näherungsfunktion quadratisch ist, also von der Form $w=a\,v^2+b\,v+c$. Die Koeffizientenbestimmung ergibt

also eine Funktion, die mit großer Annäherung ersetzt werden kann durch

$$w = 31.8 v^2.$$
 (2a)

Reizvoll ist die allmähliche Klärung des Beobachtungsmaterials und die Aufstellung von Hilfshypothesen. Als Widerstand, den eine Fläche von 1 qm bei der Geschwindigkeit v in m/sec ausübt, wird aus (2a) für die Fläche 80 qcm gefunden:

$$w = \frac{31.8}{80} \cdot \frac{10000}{1000} \cdot \frac{1}{50} \cdot v^{2}$$

$$w = 0.0795 v^{2} \text{ in mkg.} \qquad (3)$$

Es ist nämlich noch zu berücksichtigen, daß der Hebelarm der Gewichte 0,015 m, der an der Fläche wirkenden Kraft aber 0,750 m, also 50 mal so groß ist.

Die Formel (3) ist aber bereits seit Newton 1687 bekannt, allerdings ist der Faktor nach seiner Theorie 0,127, während nach dem Lehrbuch der Experimentalphysik von Lommel, 22. Auflage, S. 155, z. B. als Versuchsergebnisse 0,06 bis 0,09 angegeben werden. Ich übergehe weitere Versuchsreihen.

c) Abhängigkeit des Luftwiderstandes von der Form des bewegten Körpers.

Die Untersuchung wurde mit einer Schar systematisch veränderter Körper ausgeführt, die nach vorn oder rückwärts an das Papprechteck angesetzt wurden. Die Körper hatten sämtlich das Reckteck 6 × 12 cm als Grundflächen, zwei Zylindersektoren (bezw. einen Halbzylinder) und zwei ebene Grenzflächen zum Abschluß. Die wieder in Tabellen festgestellten Ergebnisse lassen die doppelte Einwirkung erkennen:

Der Widerstand der verdrängten Luft vorn und die Saugwirkung hinter dem bewegten Körper. Als günstigste Anordnung ergab sich die Tropfenform: vorn rund und hinten spitz. Die Kraftersparnis ist 67,2%0 gegenüber 46,8%0 bei einem nach der Rundung bewegten Halbzylinder und 11,8%0 bei einem rückwärts, d. h. mit dem ebenen Rechteck noch vorn bewegten Halbzylinder. Es ist allerdings zu bemerken, daß die in Prozenten ausgedrückte Kraftersparnis nicht von den Schülern errechnet wurde. Einer von ihnen suchte den Vergleich dadurch herzustellen, daß er ausrechnete, wie groß die ebene Fläche sein müßte, die denselben Luftwiderstand hat, wie der jeweilig benutzte Körper. In den drei obigen Fällen sind das im Vergleich mit 80 qcm der Reihe nach 70,2 qcm, 42,5 qcm und 26,2 qcm.

Praktische Bemerkungen: a) Die Kraftbestimmung ist etwas ungenau, da der Faden in mehreren Lagen um den Schnurkranz liegt, und daher beim Ablauf sich der Hebelarm der Kraft ändert. Abhilfe würde vielleicht eine Zylinderspule an Stelle des Schnurkranzes mit einfacher Lage bringen.

- b) Die persönlichen Fehler des Beobachters beim Abstoppen der Zeit lassen sich durch Einüben gleichmäßiger machen, durch akustische Signale (Anschlagfeder) verringern und durch elektrische Auslösung vermeiden. Praktische Versuche zu letzterer fehlen noch.
- c) Die Befestigung der Platten und Körper möchte sehr genau erfolgen, wenn man zuverlässige Versuchsreihen erhalten will. Vielleicht beschäftigt sich die Lehrmittelindustrie mit derartigen Problemen. Der Übungsunterricht auf der Oberstufe braucht nach allem, was hier ausgeführt wurde, Präzisionsarbeit.

Der Zweck dieser Zeilen war, zu weiterer Ausgestaltung der Übungen auf der Oberstufe anzuregen. In einer Zeit, wo gewisse Kräfte auf Zurückdrängung der Physik mit ihrem Schwergewicht von der Oberstufe nach der Unterstufe der höheren Schulen hinwirken, müssen die Vertreter dieses Faches alles daran setzen, die im besten Sinne "humanistische" Bedeutung der Physik zur Geltung zu bringen. Die Schüler hörten im Unterricht, daß die Naturwissenschaften nicht mehr rein deduktiv sein können (Abistoteles, Schelling), sondern auch induktiv forschen müssen (Kepler). Nun brennen sie darauf, auch einmal zu erleben, wie das geschieht. Sie sind ungeheuer gespannt — und dann so leicht enttäuscht. Auf dem Wege, der hier an zwei Beispielen beschrieben worden ist, kann das ganze Problem — Physik als Wisssenschaft — dem Schüler geklärt werden.

Vielleicht ist es andererseits nicht unnötig, vor Übertreibungen zu warnen. Es möchte ein längerer Übungsbetrieb etwa nach Noack, Hahn und Grimsehl vorhergegangen sein, schon damit die zweite große Hauptaufgabe der Physik nicht vernachlässigt wird: Einführung in die technische Seite unserer Kultur.

Gasreaktionen im Reagenzglase.

Von L. Doermer in Hamburg.

1. Kontaktschwefelsäure als Schülerversuch. In dieser Zeitschrift (Jahrgang 31, S. 91) beschreibt S. Genelin einen einfachen Versuch zur Demonstration der Entstehung von Schwefeltrioxyd aus Schwefeldioxyd und Sauerstoff. Er füllt in ein Reagenzglas 2 bis 3 ccm einer konzentrierten Lösung von Schwefeldioxyd in Wasser, schüttelt kräftig um und hält eine in der Bunsenflamme zum Glühen erhitzte Platindrahtspirale in den Gasraum. Nach meinen Erfahrungen mit diesem Versuch sind die Mengen der entstehenden weißen Nebel sehr gering, oft kaum zu sehen, und die Reaktion ist schnell vorüber, weil der Platindraht sich rasch abkühlt.

Die folgende Versuchsanordnung liefert bessere Ergebnisse. In einer Gaswaschflasche hat man eine gesättigte Lösung von Schwefeldioxyd in Wasser hergestellt. Die Schüler erhalten trockene dünnwandige Reagenzgläser aus Jenaer Geräteglas, darin ein Flöckchen Platinasbest (15%) ig, 5 bis 10 mg genügen) und einen kleinen Wattebausch zum Verschließen des Reagenzglases. Aus der Waschflasche mit der schwefligen Säure, die unter dem Abzuge steht, holt sich unter der Aufsicht des Lehrers jeder Schüler ein Reagenzglas voll Schwefeldioxyd-Luftoder Schwefeldioxyd-Sauerstoff-Gemenge, je nachdem, ob mit einem Gummiball-Handgebläse Luft, oder aus der Sauerstoffbombe Sauerstoff, durch die Waschflasche geblasen wird. Der Wattebausch wird sofort wieder aufgesetzt, und die Schüler erhitzen das Reagenzglas über der Bunsenflamme an der Stelle, wo der Platinasbest liegt. Sofort bilden sich reichlich die für das Schwefeltrioxyd charakteristischen weißen Nebel, welche durch den aus der Gaswaschflasche mitgeführten Wasserdampf noch verstärkt werden.

Völlig trockenes Schwefeltrioxyd zeigt bekanntlich keine weißen Nebel. den stark erhitzten Wänden im unteren Teil des Reagenzglases tritt Auflösung der Nebel ein, wohl durch Abspaltung des Wassers, und infolgedessen laufen die dichten weißen Nebel nach dem erhitzten unteren Teil des Reagenzglases zu in eine unregelmäßige kegelförmige, leicht bewegliche Spitze aus. Wo der Mantel des Nebelkegels die Wand des Reagenzglases wieder berührt, etwa 5 bis 7 cm vom Boden des Reagenzglases entfernt, bildet sich ein schmaler durchsichtiger, nur bei sorgfältiger Beobachtung erkennbarer dünner Ring von öliger Schwefelsäure. Etwa 5 Minuten nach dem Erkalten der Reagenzgläser werden die Wattebäusche abgenommen und die Platin-Asbestflocken durch schnelles Umkehren und Senkrechthalten der Reagenzgläser in einen Porzellantiegel fallen gelassen. In Reagenzgläsern aus gewöhnlichem weißen Geräteglas schmelzen die Platinasbestflöckehen leicht fest und sind dann nicht ohne Verlust zu entfernen; daher empfiehlt es sich, Jenaer Geräteglas zu verwenden. Die Platinasbestflöckehen werden in dem Porzellantiegel unter dem Abzug durch kräftiges Ausglühen sogleich wieder von anhaftender Schwefelsäure befreit, und sind dann für denselben Versuch wieder gebrauchsfertig.

Läßt man jetzt 5 bis 6 Tropfen destilliertes Wasser in das Reagenzglas fallen und schüttelt gut um, so erhält man verdünnte Schwefsäure, in der einzelne Magnesiumspänchen unter Wasserstoffentwicklung gelöst werden, und die mit Bariumchloridlösung den in Salzsäure nicht löslichen weißen Niederschlag von Bariumsulfat liefert.

Die bisher gebräuchlichen Schülerversuche zur Darstellung von Kontaktschwefelsäure sind umständlicher, zeigen nicht mehr und führen meist zu einer Verquahnung des Arbeitsraumes. Der beschriebene Versuch ist denkbar einfach, die Verluste an Zeit und Material sind sehr gering, und die Belästigung durch Dämpfe fällt vollkommen weg. Die Schwefeldioxydlösung kann, gut verstöpselt, monatelang stehen bleiben und liefert für mehrere Übungsstunden ausreichende Mengen SO₂. — Selbstverständlich kann das Schwefeldioxyd auch aus saurer Sulfitlauge oder aus Natrium-

sulfit und Salzsäure in Reagenzgläsern von den Schülern hergestellt werden; doch ist der oben vorgeschlagene Weg aus methodischen Gründen und wegen seiner Reinlichkeit vorzuziehen.

- 2. Kontaktschwefelsäure als Schauversuch. Wer keinen Wert darauf legt, das Schwefeldioxyd in größeren Mengen zu zeigen und durch Abkühlung in den festen Zustand überzuführen, kann den oben beschriebenen Versuch mit einem etwas größeren Platinasbestbausch in einem Reagenzglase von 3 cm Weite oder in einem Jenaer- oder Quarzkolben ohne Belästigung durch Dämpfe schnell zeigen.
- 3. Zahlreiche andere Gasreaktionen lassen sich, wie ich an anderer Stelle gezeigt habe, in ähnlicher Weise als Schülerversuch durchführen, z. B. die Reaktionen mit Chlor, von denen die NaCl-Synthese im Reagenzglase von 3 cm Weite sich auch sehr gut als Schauversuch eignet, die Reduktion von Kohlendioxyd durch Magnesiumpulver, Reaktionen, die allerdings z. T. mit dem Verlust der in diesen Fällen aus gewöhnlichem Glase bestehenden Reagenzgläser verbunden sind.

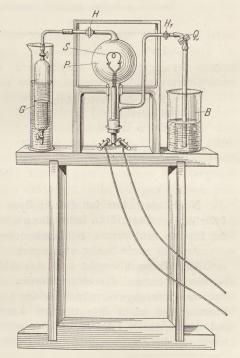
Die Dissoziation des Ammoniaks.

Von Prof. Dr. P. Rischbieth in Hamburg.

Bei der großen Bedeutung der Ammoniaksynthese ist natürlich auch die Dissoziation von Interesse. Früher habe ich einen quantitativen Versuch zur Ermittelung der Zusammensetzung des Ammoniaks beschrieben, bei dem ein kleines Volumen

Ammoniakgas (10 bis 15 ccm) in einer mit eingeschmelzten Platindrähten versehenen kleinen Gasbürette durch den Induktionsfunken zerlegt und das Gemenge von Stickstoff und Wasserstoff mit Palladium analysiert wurde. Die Zerlegung dauert ziemlich lange, da man zur Schonung der Bürette die Platindrähte nicht längere Zeit glühend werden lassen darf. Selbstverständlich muß man über völlig trockenem Quecksilber arbeiten, was man nach Möglichkeit vermeidet.

Aus diesen Gründen ziehe ich den folgenden Versuch vor, bei dem man kein Quecksilber braucht und in wenigen Minuten etwa 30 bis 50 ccm Ammoniak zerlegen kann (vgl. die Figur). Man leitet zu diesem Zwecke in die leere und trockene Einkugelpipette 1) oder in deren Ermangelung in eine Hempelsche Gaspipette für feste Reagentien aus konz. Ammoniaklösung entwickeltes Ammoniakgas, das man durch Überleiten über festes Kaliumhydrat einigermaßen getrocknet hat. Ein geringer Feuchtigkeitsgehalt ist aber keineswegs störend. Das Ableitungsrohr der Pipette ist mit einer Glasröhre verbunden, die in das Sperrwasser führt.



Nachdem alle Luft verdrängt ist, schließt man beide Hähne B, entfernt den Entwicklungsapparat und verbindet die Pipette mit einem Gassammelrohr G, das mit Wasser gefüllt ist. Die Hempelpipette muß mit einem ähnlichen Glühdraht versehen sein, wie die Glühdrahtpipette. Jetzt schließt man den Strom und verstärkt ihn langsam, bis der Draht

¹) Diese für Dissoziationen besonders geeignete sog. Einkugelpipette wird von der Firma Emil Dittmar u. Vierth, Hamburg 15, geliefert.

zuletzt hellrot und weiß glühend wird. Erst nachdem der Draht warm geworden ist, stellt man durch Öffnen des Hahnes H die Verbindung von Pipette und Sammelrohr her. Zu frühes Öffnen könnte den Eintritt von Wasser in die Pipette bewirken. Sobald der Draht lebhaft glüht, setzt die Dissoziation so stark ein, daß in 1 bis 2 Minuten, 50 ccm und mehr Gas in das Rohr eingetreten sind. Würde man diese Gasmischung analysieren, indem man zunächst das Ammoniak durch Schütteln mit verd. Salzsäure entfernt und den Wasserstoff mit Palladium absorbiert oder mit Luft verbrennt, so würde man auf ein Volumen Stickstoff etwa 2,6 bis 2,7 Volumen Wasserstoff finden, also ein ziemlich ungenaues Resultat. Dies kommt daher, daß der gebildete Wasserstoff von dem Ort der Dissoziation schneller in die Ammoniakatmosphäre der Glühdrahtpipette diffundiert als der Stickstoff. Es ist daher notwendig, das überschüssige Ammoniakgas durch Wasser zu absorbieren und. alles Gas aufzusammeln. Das geschieht einfach dadurch, daß man durch Öffnen des Hahnes H_1 das Sperrwasser in die Pipette einströmen läßt. Man führt nun das Gasgemisch in die Gassammelröhre zu dem übrigen Gas. Will man die Analyse des Gases durch Verbrennung des Wasserstoffs ausführen, so sperrt man in der Bürette 80 ccm Luft ab und leitet diese in die Glühdrahtpipette. Jetzt mißt man in der Bürette ca. 30 ccm des aufgesammelten Gasgemisches ab, liest das Niveau des Sperrwassers ab und leitet das Gas in die Pipette, nachdem man zuvor den Draht zur hellen Glut gebracht hat. Nach Rückleiten des Gasrestes in die Bürette liest man wieder ab und bestimmt die Kontraktion. Diese ergibt mit 2/s multipliziert die Wasserstoffmenge. Ein in den letzten Tagen ausgeführter Klassenversuch ergab folgendes Resultat:

	Bürettenstand	Volumen
Luft	20	80
Gasgemisch	69,2	30,8
Nach der Verbrennung	23,8	76,2 34,6 23,1 H
Also N (30,8-23,1)		7,7 N
N: H = 1:	3,0.	

Noch einfacher ist die Analyse des Gasgemisches, wenn man über eine Palladiumröhre verfügt. Man leitet dann das Gasgemisch so lange durch die zwischen Bürette und Pipette mit kurzen Schlauchenden angebrachte Röhre hin und her, bis das Gasvolumen sich nicht mehr verringert.

Der Versuch ergibt nur das Atomverhältnis N:H, nicht das Molekulargewicht, da das Volumen des dissoziierten Ammoniaks sich der Messung entzieht. Kennt man das Fassungsvermögen seiner Glühdrahtpipette, so kann man durch eine Rücktitierung des nicht dissoziierten Ammoniaks das Volumen des zersetzten ermitteln und damit das Molekulargewicht berechnen 1). Hierdurch wird aber der sonst leicht verständliche, in kurzer Zeit ausführbare Versuch schon umständlicher.

¹) Es muß dann natürlich das Sperrwasser nach dem Schließen der Hähne gegen destilliertes Wasser gewechselt werden.

Zerlegbarkeit der Erdalkalikarbonate.

Von Prof. R. Winderlich in Oldenburg i. O.

Im Jahre 1836 berichtete GAY LUSSAC "Über die Zersetzung des kohlensauren Kalkes durch die Hitze⁽¹⁾. Berufsmäßige Kalkbrenner hatten behauptet, daß der Kalkstein im feuchten Zustande leichter zu brennen sei, als im trockenen; Dumas hatte diese Angabe als feststehende Tatsache angenommen und eine Erklärung versucht, die sachlich nicht befriedigte. Daraufhin erhitzte GAY Lussac Marmor in einem Porzellanrohr bis zur deutlichen Zersetzung, minderte dann die Hitze, bis die Gasentwicklung aufhörte, und leitete schließlich Wasserdampf über den Kalkstein; sofort begann die Gasentwicklung wieder, GAY Lussac wiederholte die Versuche mit einem Strom trockener Luft und fand dabei wiederum eine Zersetzung bei niedriger Temperatur: "Die Entwicklung von Kohlensäure begann sogleich, sie dauerte solange als der Luftstrom, hörte mit dessen Unterbrechung auf und begann wieder, sobald er aufs neue hergestellt wurde". Als allgemeines Ergebnis erschloß Gay Lussac aus diesen Versuchen: "Man darf als allgemeines Gesetz aufstellen, daß jede Zersetzung durch die Wärme oder ein chemisches Agens, bei welcher ein Gas entwickelt wird, dadurch begünstigt werden kann, daß man den Körper in einem leeren Raum hält, oder die entwickelten Gase verhindert, einen Druck darauf auszuüben. Umgekehrt kann man die Zersetzung verzögern oder selbst ganz hemmen, wenn man auf den Körper einen hinreichenden Druck durch Gas ausübt, von der nämlichen Natur, als das, welches sich entwickeln soll. So wird in dem interessanten Hallschen Versuche der kohlensaure Kalk bei sehr hoher Temperatur zum Schmelzen gebracht unter dem Einflusse eines starken Druckes von Kohlensäure." In diesen Sätzen ist das Prinzip von Le CHATELIER und Braun vorweggenommen.

Diese Arbeit GAY LUSSACS regte mich an, die Zerlegbarkeit der Erdalkalikarbonate als eine Versuchsreihe für Schülerübungen zu benutzen. (Im Gegensatz zu DOERMER und RISCHBIETH, von deren Arbeiten über diesen Gegenstand ich nichts wußte, ließ ich nur qualitativ arbeiten. Mir kam es nur darauf an, das verschiedene Verhalten der Karbonate zu zeigen. Übrigens steht in dem angegebenen Bande des Journals f. prakt. Chem. (Bd. 11, S. 65 bis 71) eine andere Untersuchungsreihe GAY Lussacs (Zerlegen der Sulfate durch Kohle), die in abgeänderter Form auch für Schülerversuche geeignet ist; hierzu gehört eine ergänzende Angabe Bd. 11, S. 102). Der Zerfall des Magnesiumkarbonates — einerlei ob künstlich dargestellte Magnesia alba oder natürlicher Magnesit — ist bereits in einem gewöhnlichen Probierglase durchzuführen. Der Zerfall des Calciumkarbonates erfordert recht heftiges Glühen und deshalb eiserne Röhrchen. Strontiumkarbonat und Bariumkarbonat (natürlich oder künstlich) geben auch beim heftigsten Glühen in eisernen Röhrchen nicht soviel Kohlendioxyd, daß vorgelegtes Kalkwasser getrübt wird. Durch ein paar zuverlässige Schüler ließ ich Bariumkarbonat im Luftstrom und im Wasserstoffstrom erhitzen. Sie benutzten Porzellanrohre, einen zehnflammigen Gasofen und einen elektrischen Röhrenofen mit Silit-Heizstäben. Solange der Wasserstoffstrom oder Luftstrom durch das kalte Rohr ging, zeigte vorgelegtes Kalkwasser keine Trübe. Wurde der Gasstrom abgestellt und das Rohr bis zum heftigen Glühen erhitzt, so blieb die Trübe immer noch aus. Sobald aber der Gasstrom in der Hitze wieder einsetzte, trat nach kurzer Zeit ein Niederschlag auf. Das ausgeglühte und wieder abgekühlte Pulver färbte Phenolphthaleinlösung stark rot.

Diese Versuchsreihe liefert einen Beitrag für das gleichsinnige Abändern der Eigenschaften innerhalb einer Gruppe des periodischen Systems und einen willkommenen Anlaß, auf die Abhängigkeit chemischer Vorgänge von physikalischen Bedingungen hinzuweisen.

¹) Journal für praktische Chemie (1837) Bd. 11, S. 244 bis 247, übersetzt aus Annal. de chim. Okt. 1836.

Berichte.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Verwertung der Wärmeenergie der tropischen Meere. Von G. CLAUDE u. P. BOUCHEROT 1). Man weiß jetzt, daß das Meereswasser in einer Tiefe von 1000 m, selbst unter dem Aquator, infolge der von den Polarmeeren kommenden Strömung nur eine Temperatur von 4 bis 50 hat, während die Oberflächentemperatur zwischen 26° und 30° schwankt. Diese Temperaturdifferenz zur Krafterzeugung zu verwerten, erscheint aus zwei Gründen schwierig, 1. wegen der Unzugänglichkeit der tiefen Wasserschichten, 2. wegen der Geringfügigkeit des Temperaturunterschiedes. Das erste dürfte sich aber überwinden lassen durch ein gegen Temperaturschwankungen gut isoliertes, bis in jene Tiefen reichendes Rohr, in dem das kalte Wasser nach dem Satz von den kommunizierenden Gefäßen von selbst bis etwa 1 m unterhalb des Meeresspiegels emporsteigen würde, von wo es dann durch Pumpen noch weiter hinauf befördert werden könnte. Was den zweiten Punkt anlangt, so erscheint es zunächst unwahrscheinlich, daß der Dampfdruck des Oberflächenwassers ausreichend ist, um als Antriebsmittel zu dienen. Ein Versuch zeigte aber, daß dieses doch der Fall ist. Eine Lavalturbine mit einer Scheibe von 15 cm Durchmesser, gebaut für einen Druck von 20 Atm., also für diesem Versuch sehr fern liegende Bedingungen, stand auf der Einströmungsseite in Verbindung mit einem Gefäß, das 201 Wasser von 28° enthielt, auf der Ausströmungsseite mit einem mit Eisstücken gefüllten Raum. Aus dem ganzen System wurde langsam die Luft ausgepumpt. Sobald der Druck unter die Dampfspannung des Wassers sank, begann dieses zu sieden, und der die Turbine durchsetzende Dampf wurde in dem eiserfüllten Raum kondensiert. Dabei drehte sich die Turbine mit einer Geschwindigkeit von 5000 Umdrehungen in der Minute und brachte vermittelst einer kleinen Dynamomaschine 3 kleine Glühlampen zur Weißglut. Nach 8 bis 10 Minuten erloschen sie, wenn das Wasser auf 20° abgekühlt war. Der Dampf von 0,03 Atm. Druck, angesaugt von einem Vakuum von 0,01 Atm., erreicht eine Geschwindigkeit von 500 m/sec. Jedes kg dieses Dampfes von 0,03 Atm., dessen Druck also 700 mal so klein ist, als der eines Dampfes von 20 Atm., erzeugt demnach eine nur 5 mal so kleine Arbeit als jene, wenn er sich von 20 auf 0,2 Atm. entspannt.

Den in kleinem Maßstabe ausgeführten Versuch gedenken die Verff. im großen Maßstabe in einem tropischen, an tiefem Wasser gelegenen Orte zu wiederholen. Hier würde das Meereswasser der Oberfläche den Dampf erzeugen, der dann nach Durchsetzen der Turbine durch das Tiefenwasser kondensiert würde. Ein chm Wasser würde beim Abkühlen um 5° 5000 Kalorien ergeben; der Dampf würde unter den gleichen

Versuchsbedingungen in unbegrenzten Mengen theoretisch 100000 kgm Energie liefern. Die wirkliche Energieausbeute schätzen die Verff. auf 45000 mkg per cbm Wasser oder für 1000 cbm pro Sekunde 400800 Kilowatt netto. Ein tropischer Hafen würde bei einer derartigen Anlage gleichzeitig mit großen Mengen kalten Wassers versehen werden können.

Die Versuchsanordnung der französischen Forscher ist mehrfacher Kritik unterzogen worden 1). M. Strübin (Basel) untersuchte die Frage nach dem thermodynamischen Gleichgewicht zwischen der siedenden Flüssigkeit und dem austretenden Dampf und errechnete für jedes kg entwickelten Dampfeseinen Fehlbetrag von 584Wärmeeinheiten, die durch das warme Meerwasser auf die Dauer nicht gedeckt werden könnten. Auch wegen seines Gehalts an gelösten Gasen sei das Meerwasser zur unmittelbaren Verwendung nicht geeignet, da das in den Kondensator gespritzte Kühlwasser durch Ausscheiden dieser Gase den Druck erhöhen würde. Der Grundgedanke könnte daher nur durchgeführt werden, wenn man sich zur Dampfentwicklung einer zweiten Flüssigkeit bediente. Wie B. Rassow mitteilt, ist eine hierauf beruhende Anordnung schon im April 1926 in der Zeitschrift "Deutsche Wasserwirtschaft" von dem deutschen Physiker Bräuer vorgeschlagen worden, dem hiernach überhaupt die Priorität für den Gedanken der Ausnutzung der Wärmeenergie der Meere gebührt. BRÄUER bringt durch das warme Meerwasser eine niedriger siedende Flüssigkeit (Ammoniak, Kohlensäure) zum Verdampfen und läßt durch diesen Dampf, der durch das kühle Wasser der tieferen Schichten wieder kondensiert wird, eine Turbine betreiben. Auch andere Vorschläge kommen darauf hinaus, daß es besser sei, die Maschine als Zweistoff-Generator zu bauen. Oberth (Mediasch) will für denselben Zweck eine Erfindung des Siebenbürgers Tarcsa-FALVI benutzen, die auf der verschieden starken Absorption von Gasen durch Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen beruht. So absorbiert 1 Volumteil Wasser von 60 und Atmosphärendruck 1000 Volumteile Ammoniakgas, bei 260 dagegen nur halb so viel. Ein Liter Wasser, das bei 60 mit Ammoniak gesättigt wurde, gibt bei 26º und 1,5 Atmosphäre Druck 200 Volumteile Ammoniakgas ab. Dieses Gas könnte zum Treiben einer Turbine benutzt werden, worauf es von dem in den Kühler gepumpten Wasser wieder absorbiert wird. TARCSAFALVI hat 2 Modelle gebaut, die sich bei Temperaturen von 0° bis 30° auf 200 bis 600 gut bewährt haben und bis 90 Proz. der bei dem betreffenden Wärmegefälle überhaupt möglichen Arbeit liefern sollen.

Wasser und Strahlungswirkungen. L. Mal-LET²) setzte Wasser einer Radiumquelle

¹⁾ Comptes Rendus **183**, 929; 1926. Die Umschau **31**, 207; 1927.

¹⁾ Die Umschau 31, 368, 389; 1927.

²⁾ Comptes Rendus 183, 274; 1926.

aus, dessen Strahlen er durch 2 mm Platin filtrierte, wodurch 13% weiche und 18% harte y-Strahlen durchgelassen wurden. Ein auf Dunkelheit gut adaptiertes Auge beobachtete dann eine weiße Lumineszenz des Wassers, deren Maximum im radioaktiven Brennpunkt lag. Bei geringer Dicke der Wasserschicht war die Erscheinung nur schwach, verstärkte sich aber erheblich bei einer Wasserdicke von 8 bis 10 cm. Die aufeinanderfolgenden Wasserschichten absorbieren also ziemlich stark die y-Strahlung und relativ wenig das Licht. Ein Strahl fließenden Wassers wird durch Einwirkung der y-Strahlen ebenfalls erleuchtet. Auf einer photographischen Platte war die Schwärzung durch das Lumineszenzlicht 5 bis 6 mal so intensiv als durch die y-Strahlen selbst. Die Absorption der Strahlung durch Glas, Quarz, Steinsalz ließ eine ultraviolette Strahlung unterhalb 3000 Å erkennen. Andere Flüssigkeiten, wie Alkohol, Äther, Chloroform, Schwefel, Kohlenstoff, zeigten eine ähnliche Lumineszenz.

Die Durchlässigkeit des Meerwassers für die verschiedenen Strahlenarten untersuchte K. TSUKAMOTO 1). Es wurden drei Proben, von der Oberfläche, von 3 m Tiefe und 15 m Tiefe entnommen. Zu den Versuchen diente ein Quarzspektrograph. Das Meerwasser zeigte sich viel weniger durchlässig als destilliertes Wasser; für Strahlen, deren Wellenlänge kleiner als 2200 Å, vermehrte sich seine Durchlässigkeit sehr rasch. Da das Meerwasser eine Lösung verschiedener Salze darstellt, so untersuchte der Verf. diese Salzlösungen einzeln und fand z. B., daß NaCl alle Strahlen oberhalb 1980 A hindurchläßt. Die Salze KCl, RbCl, CaSO₄, MgCl₂, CaP₂O₆, CaC₂O₅, FeC₂O₅, SiO₂ sind mehr oder weniger durchlässig unterhalb 1900 Å. Im Gegensatz dazu sind alle Lösungen von Bromsalzen von 2080 Å an undurchlässig, selbst bei geringer Konzentration. Die absorbierende Eigenschaft des Meerwassers beruht also auf den in ihm gelösten Bromsalzen. Schk.

1) Comptes Rendus 184, 211; 1927.

3. Geschichte und Erkenntnislehre.

Das deutsche Museum. Geschichte — Aufgaben — Ziele. Im Auftrage des Vereins Deutscher Ingenieure unter Mitwirkung hervorragender Vertreter der Technik und Naturwissenschaften bearbeitet von Conrad Matschoss. VDI. Verlag G.m.b.H. Berlin SW 19. München 1925, R. Oldenbourg. 364 S. geb. 20.— RM.

Das vorliegende Werk wird jeder erfreut begrüßen, der selbst staunend das Museum auf der Isarinsel in München gesehen und von dort mannigfache Anregung mitgenommen hat. So reichhaltig auch die Sammlungen sind, so imponierend das Gebäude selbst in seiner einfachen Linienführung ist, etwas kann das Deutsche Museum im Besucher nur ahnen lassen: das sind die geistigen Kräfte, die in jahrelanger Arbeit tätig waren, um dieses Kulturwerk zu schaffen. Sie gerade treten dem Leser in dem ersten Hauptteil dieser Denkschrift entgegen; deshalb ist er besonders beachtenswert. An dieser Stelle sei daher auch mehr auf ihn eingegangen als auf den - dem Umfange nach - größeren Teil des Buches, der in dreißig wissenschaftlichen Einzelabhandlungen eine gute Übersicht über die Sammlungen des Museums gibt.

Aus der "Einleitung" von C. Matschoss und der "Geschichte des Deutschen Museums" von C. von Linde erhebt sich vor den Augen des Lesers die Gestalt des Begründers, des Ingenieurs Oskar von Miller. Aus seinem Bilde am Anfang des Buches schon erkennen wir, daß es ein Mann sein muß mit ungeheuer weitschauendem Blick, der in der Ferne bereits die Verwirklichung seiner Ideen sieht, die anderen noch durch viele Hindernisse verdeckt sind. 23 Jahre hindurch hat O. v. Miller den brennenden Wunsch mit sich herumgetragen: "Wenn es doch möglich wäre, auch in Deutschland ein großes Museum der Naturwissenschaft und Technik zu schaffen. Eine Stätte

des Wissens, der Anregung und Belehrung, eine Statte, aus der die Jugend Begeisterung zu großen Taten schöpfen kann." Angeregt war dieser Gedanke in dem damals 25 jährigen Ingenieur durch den Besuch der Sammlungen des Conservatoire des arts et metiers in Paris und des South-Kensington-Museums in London. Selbst großer Begeisterung fähig und von unerschütterlichem Optimismus beseelt, verstand v. MILLER es, auf der im Jahre 1903 in München stattfindenden Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure, deren Vorsitzender er damals war, freudige Zustimmung zu erwecken. Bald gewann er auch den schon 82 jährigen Prinzregenten Luitpold und dessen Sohn, den späteren bayerischen König Ludwig, sowie Kaiser Wilhelm II. für seinen Plan. Von dem Augenblick der ersten Mitteilung seiner Idee an war er unablässig tätig. Vor allem galt es, aus den Reihen der Naturwissenschaftler und Techniker geeignete Mitarbeiter zu gewinnen. Zahllose Beziehungen - auch zum Auslande - mußten angeknüpft, Studienreisen unternommen werden. Damit das Feuer der ersten Begeisterung nicht wirkungslos verpuffte, wurden die bereits vorhandenen Sammlungsgegenstände im Jahre 1905 der Besichtigung zugänglich gemacht. Viele der heutigen Besucher werden noch gern der genußreichen Stunden gedenken, die sie in den schon damals wertvollen Sammlungen in den Räumen des alten Nationalmuseums in der Maximilianstraße zubrachten. Die leitenden Gedanken des fertigen Museums auf der Isarinsel waren schon zu erkennen: Verständnis für die geschichtliche Entwicklung der Naturwissenschaft, nach Möglichkeit die Selbstbetätigung der Besucher an den einzelnen Apparaten, Erklärung der Wirkungsweise derselben durch Textbeigaben und Führungen. In kurzer Zeit reichten die Räume, auch die der noch hinzugenommenen Isarkaserne, längst nicht mehr aus, die ständig wachsenden Sammlungen zu fassen. Es mußte ernstlich ein Neubau in Angriff genommen werden. Zum Segen des Unternehmens war es, daß O. v. MILLER während der langen Entstehungszeit selbst die mannigfaltigen Fäden in der Hand hielt und sie zu einem einheitlichen Ganzen verwob. Es gehörte eine ungeheuere Energie dazu, alle die Schwierigkeiten, die im Laufe der Zeit auftauchten, immer wieder von neuem zu überwinden. Es war z. B. keine Kleinigkeit, alle Mitarbeiter zu einheitlicher, eventuell auch sich unterordnender Tätigkeit heranzuziehen. Ganz besondere, schier unüberwindlich scheinende Hindernisse für die Durchführung dieses großen Unternehmens boten Krieg und nachfolgende Inflation. "Wenn eins uns erretten und unseren Aufstieg vorbereiten kann, so ist es vertiefte, wissenschaftliche Arbeit in technischer Richtung" war in diesen schweren Zeiten das Zauberwort, durch das O. v. MILLER pessimistischen Gemütern neuen Mut zum Durchhalten gab.

Das Bild, das der Leser aus dem allgemeinen Teil des Buches von der Persönlichkeit des Schöpfers dieses naturwissenschaftlich-technischen Kulturwerkes gewinnt, wird vervollständigt durch das Schlußkapitel, das daher hier mit herangezogen werden soll. In ihm richtet O. v. MILLER, an dessen 70. Geburtstage am 7. Mai 1925 das Deutsche Museum der Öffentlichkeit übergeben wurde, warme Worte des Dankes an alle, die durch treue Mitarbeit und wertvolle Stiftungen an der Verwirklichung seines langgehegten Planes geholfen haben. Dankbaren Herzens ruft er der Welt zu, daß wirklich das ganze deutsche Volk sich "diesen Ruhmestempel deutscher Arbeit" geschaffen hat. Selbst viele einfache Arbeiter und Lehrlinge gaben freudig ihr mühsam erspartes Geld hin, zahlreiche andere wieder opferten ihre Feierstunden zu freiwilliger Arbeit im Dienste

dieses großen Museums.

Über den Bau berichtet J. B. Bosch, einer der Männer, die selbst mit daran beteiligt waren, schon durch das Gebäude ein ehrenvolles Zeugnis deutscher Baukunst und Technik abzulegen. Als erster Bauleiter wurde Prof. G. v. Seidl ernannt, der Erbauer des Münchener Nationalmuseums. Nach seinem frühzeitigen Tode im April 1913 arbeitete sein Bruder E. v. Seidl in seinem Sinne weiter. Doch auch ihm waren nur wenige Jahre vergönnt - bis zum Dezember 1919. Unter Prof. BIEBER und Oberbaurat Dr. Bosch wurde der Bau beendet. Zwar konnte er nicht ganz so ausgeführt werden, wie ursprünglich geplant. Forderungen der Künstler mußten häufig museumstechnischen Bedürfnissen weichen; der Ehrensaal mußte der Geldentwertung wegen einfacher gestaltet, der Bau einer Bibliothek ganz zurückgestellt werden. 16 Jahre hindurch wurde an dem Museumsbau gearbeitet. Interessant ist besonders die Art der Beheizung dieses Riesenhauses: Ein Fernwerk, das Muffatwerk, das etwa 700 m von der Museumsinsel entfernt liegt, pumpt das Heizwasser mit einer Temperatur von 80° bis 90° C durch eine gut isolierte Rohrleitung aus Schmiedeeisen in die Unterkellerung des Ehrensaals unter dem Vestibül. Von hier aus findet die Verteilung in die einzelnen Räume statt. Wie gut muß die Isolierung sein, wenn nur mit einem Wärmeverlust von 2 Grad zu rechnen ist! Näheres über das technisch und wirtschaftlich so wichtige Problem der Fernheizung bringt der Artikel "Heizung" von O. KNOBLAUCH, auf den schon an

dieser Stelle hingewiesen sei.

Im Rahmen des Artikels "der Ehrensaal des Deutschen Museums" gibt der Münchener Gelehrte von Dyck, der auch über "Mathematik" geschrieben hat, eine kurze Entwicklungsgeschichte naturwissenschaftlichen und technischen Forschens. Mit Recht weist er darauf hin, daß die Fortschritte auf diesen Gebieten - wie ja in der Wissenschaft überhaupt - nur durch die Verflechtung der Gedankenarbeit aller Nationen möglich sind. Wie groß der Anteil ist, den deutscher Forschungsgeist und deutsche Erfindungsgabe dabei haben, geht aus der Darstellung derjenigen Persönlichkeiten hervor, denen im Ehrensaal ein würdiges Denkmal gesetzt ist. Diese Bilder und Büsten tragen mit dazu bei, die letzte Bildungsaufgabe des Deutschen Museums zu erfüllen, auf die der bekannte Münchener Pädagoge Kerschen-STEINER in seinen tiefgründigen Ausführungen hinweist. Soll nämlich wirkliche Bildung vermittelt werden, d. h. sollen die objektiven Werte, die in den Erzeugnissen des menschlichen Geistes verborgen schlummern, im Betrachtenden neu wieder aufleben und seinem Dasein höhere Ziele stecken, dann darf ein Museum wie dieses kein "lückenloser Gelehrtenspeicher" sein, muß vielmehr den Besucher dazu bringen, hinter dem Werk den Schöpfer, den Menschen zu suchen, und ihn so zur Ehrfurcht erziehen. KERSCHEN-STEINER ist sich vollständig klar darüber, daß das Deutsche Museum dieses höchste Ziel nur in denen wirklich erreichen kann, die selbst schon eine Spur wahren wissenschaftlichen oder technischen Ringens erlebt haben.

Diesen Ausführungen allgemeineren Inhaltes folgt der Hauptteil: "Die Sammlungen." In diesem Teile wird über die Hauptzweige der Ausstellungsgegenstände von je einem hervorragenden Vertreter des betreffenden Gebietes in kurzen Zügen berichtet. Es würde zu weit führen, alle diese Artikel einzeln zu besprechen. Alle zusammen übernehmen gewissermaßen die Rolle eines Führers, und zwar eines solchen, der selbst aus tiefem Wissensschatze heraus schöpft und bei seinem Gange durch die ausgedehnten Museumsräume überall auf die besonders beachtenswerten Sammlungsgegenstände aufmerksam macht. Hier werden wertvolle Originale gezeigt, dort wiederum wird scheinbar Unbedeutendes ins rechte Licht gesetzt. Gleichzeitig erhält man von hoher Warte aus einen Überblick über das Werden der einzelnen Zweige und den Stand der heutigen Wissenschaft. Das bis jetzt Erreichte lernen wir dabei nicht als etwas Fertiges, Einmalgewordenes betrachten, vielmehr werden uns die Augen geöffnet für künftige Aufgaben des Museums, ständig mit

der Wissenschaft und Technik mitzugehen. Die fruchtbringende Wechselbeziehung zwischen beiden begegnet uns auf Schritt und Tritt. Beispielsweise sind, wie uns M. Wolf, der Direktor der Heidelberger Sternwarte, besonders einleuchtend schildert, die erstaunlichen Leistungen der Astronomie ohne die genauen Uhren, die guten Fernrohre und Spektralapparate gar nicht denkbar. Die Verbesserung der Hilfsmittel regt ihrerseits stets wieder zu neuer Forschung an. Auch das Ringen der Wissenschaft um eine klare Ansicht von der Natur unseres Planeten ware - so zeigt A. Sieberg in seinen Ausführungen über "die Erde" - ohne die neuzeitlichen Seismometer nicht von dem bisherigen Erfolge gekrönt. Die Artikel "Bergwesen" (E. HILGER), "Hüttenwesen" (O. PETERSEN) und "Metallbearbeitung" (G. LIPPART) stellen uns mitten hinein in die praktische Gewinnung und Ausnutzung der Schätze, die die Mutter Erde ihren Bewohnern als Lohn für mühsame und fleißige Arbeit zuteil werden läßt. - Von den übrigen Einzelabhandlungen seien nur die Titel angegeben, aus denen allein schon die Vielseitigkeit des Behandelten ersichtlich ist: "Kraftmaschinen" (L. Matschoss), "Landtransportmittel" (E. von Weiss), "Straßen- und Eisenbahnbau" (H. Busch), "Tunnelbau" (K. Pressel), "Brückenbau" (Fr. Bohny), "Wasserban, Wasserstraßen und Hafenbau" (G. H. DE THIERRY), "Schiffbau" (G. BAUER), "Luftschiffahrt" (S. FIN-STERWALDER), "Physik" (W. Wien), "Elektrizität und Telegraphie"(J.Zenneck), "Musikinstrumente" (B. KELLERMANN), "Chemie" (R. WILLSTÄTTER), "Geodäsie" (M. Schmidt), "Textilindustrie" (O. JOHANNSEN), "Papiererzeugung" (P. KLEMM), "Schreib- und Vervielfältigungstechnik" (H.

Schnorr von Carolsfeld), "Landwirtschaft" (A. Fehr), "Brauerei und Brennerei" (A. Koch), "Baustoffe" (H. Busch), "Wasserversorgung und Kanalisation" (J. Brix), "Gastechnik" (Eug. Schilling), "Elektrotechnik" (L. Graetz) und "Beleuchtungswesen" (Eug. Schilling).

Diesem auch in der äußeren Ausstattung prachtvollen Werke ist die weiteste Verbreitung zu wünschen. So wie man sich auf die Reise in ein anderes Land durch vorheriges Erlernen der fremden Sprache und durch geeignete Lektüre vorbereitet, so sollte man sich auch durch dieses Buch einführen lassen in das, was einen auf der Museumsinsel in München erwartet; die Fülle von Anregungen, die man da erhält, ist so überwältigend groß, daß sie um so eindrucksvoller und nachhaltiger aufgenommen werden können, je mehr man darauf eingestellt ist. Auch den alten Freunden des Museums wird es immer wieder ein Genuß sein, sich an Hand der wertvollen Abhandlungen, besonders auch der zahlreichen, gut ausgeführten Abbildungen, Einzelheiten des Gesehenen wieder ins Gedächtnis zurückzurufen. Für die Schule bietet es die Möglichkeit vielseitiger Verwendung sowohl für den Fachunterricht wie auch z. B. für Deutsch oder Kulturkunde. Geeignet erscheint es beispielsweise für Arbeitsgemeinschaften und Referate, wenn es sich darum handelt, den historischen Gang eines Zweiges der Naturwissenschaft oder Technik zur Darstellung zu bringen oder das Kulturbild einer Zeit zu vervollständigen. So kann diese Denkschrift dazu beitragen, dem Museum auch unter der heranwachsenden Jugend Anhänger und vielleicht spätere Mitarbeiter zu H. Strecker. gewinnen.

4. Unterricht und Methode.

Gedanken zum Geologischen Unterricht. Von Prof. Dr. Otto Schneider in Berlin.

Obgleich selbst nicht Schulmann, wage ich es doch, an dieser Stelle einige Gedanken über Weg und Ziel des geologischen Unterrichts zu äußern, indem ich mich dabei auf die Erfahrungen einer mehr denn fünfundzwanzigjährigen Tätigkeit stütze, während der ich reichlich Gelegenheit hatte, an akademischen Hochschulen, in Lehrkursen, in volkstümlichen Vorträgen und bei Museumsarbeiten lehrend zu wirken. Gemeint ist indessen hierbei nur der geologische Anfängerunterricht, und auch dieser nur soweit, als er nicht den Fachmann vorbereiten, sondern den Angehörigen anderer Berufe und dem Schüler so viele Kenntnisse vermitteln will, wie nötig sind, um das Werden und Vergehen des Erdbildes im Laufe der geologischen Zeiten fassen und eine durchwanderte Landschaft nach ihrer Entstehung an der Hand einer Karte oder eines Führers in großen Zügen deuten zu können. Der Umfang des Themas deckt sich also mit dem, was auch die Schule dem ins Leben Tretenden als Teil seiner allgemeinen Bildung mitgeben

U. XL.

möchte. Jeder, der sich auf dem Gebiete der Geologie als Lehrer betätigt, hat ja geradezu die Pflicht, sich mit den Erfordernissen des Unterrichtes auseinanderzusetzen, da gerade dieses Fach in den letzten Jahren Gegenstand vieler Beratungen und Erlasse gewesen ist, andererseits die pädagogischen Grundsätze hier längst noch nicht so feststehen, wie bei den verwandten aber weit mehr durchgearbeiteten Fächern.

Die Geologie nimmt unter den Naturwissenschaften eine besondere Stellung ein. Noch vielfach mit dem Schleier des Phantastischen, Rätselhaften und Unnahbaren umgeben, ist sie zweifellos unter ihnen diejenige, die auch dem gebildeten Laien am fernsten liegt, von der selbst Leute, die sich berufsmäßig mit unserer Mutter Erde zu beschäftigen haben, wie Tiefbautechniker oder Landwirte, meist nur sehr verschwommene Vorstellungen besitzen. Jeder Geologe, der fern von Fachgenossen tätig ist, der draußen im Revier allein seinen Forschungen obliegt, wird sich der Empfindung nicht erwehren können, mit seinen wissenschaftlichen Interessen ziemlich vereinsamt dazustehen, wenn sich auch

15

gerade seit den letzten Jahrzehnten darin schon ein kleiner Wandel bemerkbar gemacht hat. Im allgemeinen wird der gebildete und für außerberufliche Dinge interessierte Laie lieber mit einem Floristen die Natur durchwandern, um sich über die Namen der am Wege blühenden Pflanzen und ihre Standortsbedingungen unterrichten zu lassen, oder er wird den Kunsthistoriker oder Archäologen bei seinen Studien und Ausgrabungen begleiten, als die Gesteine betrachten, von denen eines aussieht wie das andere. Eine Art Forscherlust ergreift ihn, wenn plötzlich ein auffallend großer Vogel leisen Flügelschlages durch den Wald huscht oder ein kleines flinkes Tierchen mit buschigem Schwanz über den Weg gleitet. Neugierig lauschend hält er seinen Schritt an, um mehr zu erspähen. Die bröckeligen Schiefer aber in der Wegeböschung, die rote Farbe der Felder am jenseitigen Talhange, jenes schwarze Gestein, das dort, schwer erkennbar, aus dem Waldboden ragt, beachtet er nicht, obgleich sich in ihnen eine millionenjährige Geschichte mitteilt, sich eine unendliche Fernsicht auf wogendes Meer, auf trostlose Wüsten, auf vulkanische Katastrophen eröffnet; und die Mitteilung, daß jener Bergesanstieg einem Abbruch in der Erdrinde von 1000 Metern entspricht, macht gar keinen Eindruck auf ihn, wiewohl diese Erscheinung an Großartigkeit doch das bescheidene Dasein eines Leberblümchens gar weit überragt. Die Dinge sind eben nicht sinnfällig genug und sind zu schwer faßbar; sie bleiben im Verstande hängen und erwecken keine Vorstellung. Welche Perspektive sollte sich nicht auftun, wenn das Auge des Besuchers auf einen Ammoniten oder die Durchschnitte von Korallen in dem Marmortische seines Kaffeehauses fällt, und doch betrachtet er lieber die von der Natur erst entlehnten Bilder schöner Gegenden, mit denen die Wand geziert ist. Das sind alles Beobachtungen, die der Verfasser dieser Zeilen selbst von Hochgebildeten (oder soll man lieber sagen: gerade von solchen?) erlauscht hat. Die vorgetragenen Tatsachen bleiben toter Fachkram, weil der unserer Wissenschaft Fernerstehende aus den versteinerten Spuren der Organismen, aus der stummen Sprache einer Landschaft kein Leben zu erwecken versteht, weil er den Begriff der gewaltigen Ausmaße und der riesigen Zeiten nicht fühlt und erst einmal den Gedanken abtun muß, als gäbe es überhaupt nur zwei Zeiten: die geschichtliche und die vorsündflutliche. Ist es nicht auffallend, daß unsere großen Reisehandbücher, die in landschaftlicher Schilderung sowie in Geschichte und Kunst recht Gediegenes bieten, erst ganz zögernd an die geologische Beschreibung der behandelten Gebiete herangehen?

Aber indem wir diese Mangel ins Auge fassen, dämmert auch schon das Ziel herauf, das wir im Unterricht anzustreben haben.

Seit einigen Jahrzehnten hat sich beim Unterricht in den sogenannten beschreibenden Naturwissenschaften, also der Zoologie, Botanik, Mineralogie und nicht zuletzt den unter dem Namen

Geographie zusammengefaßten Lehrgegenständen das Bestreben durchgerungen, an Stelle einer bloßen inventurartigen Aufzählung von Eigenschaften die Entwicklung der aus diesen Eigenschaften abzuleitenden Gesetze treten zu lassen und so die beschreibenden Naturwissenschaften in erklärende zu verwandeln, was ja in der Schaffung der gemeinsamen Bezeichnung "Biologie" seinen Ausdruck gefunden hat. Auf dem Gebiete der Geologie ist aber diese neuere Art der Belehrung in noch höherem Maße wünschenswert, denn wie sehr auch die Lebensvorgänge der organischen Welt geeignet sind. den Lernenden in die Tiefen des Naturerkennens bis an die Grenzen philosophischer Betrachtungen zu führen, so soll doch jeder sich im Leben bewegende Mensch schon aus rein praktischen Gründen daneben — vielleicht sogar zunächst ein gewisses Maß von rein gedächtnismäßig zu beherrschendem Wissen und eine Vertrautheit mit dem Aussehen und den Namen der landläufigen Pflanzen, Tiere und Steine aus seiner Unterrichtszeit mitgebracht haben. Schon die im Leben häufige Berührung mit Landleuten, Förstern, Gärtnern, Technikern der verschiedensten Richtungen verlangt dies. Die Geologie indessen nimmt eine andere Stellung ein, indem bei ihr die Notwendigkeit des Gedächtniswissens, so ketzerisch dies klingen mag, stark zurücktritt.

Es läßt sich schwer in Worten fassen, warum selbst der vielseitig Gebildete geologische Dinge meist so wenig vermißt, aber wegzuleugnen ist es nicht, daß man mit einer Unkenntnis auf zoologischem, botanischem, auch wohl mineralogischem, geschweige denn chemischem oder physikalischem Gebiet eher in Verlegenheit gerät, als auf geologischem, und daß auch der Nichtfachmann öfter einen Ehrenpreis oder einen Ginster, einen Dachs oder eine Trappe zu nennen nötig hat, als, sagen wir einmal, den Olenusschiefer, den Schilfsandstein oder den Scaphitenpläner.

Daher wird die Belehrung in der Geologie, sei es, daß sie sich auf der Schule oder in Fortbildungskursen vollzieht, weit weniger noch als in der organischen Natur auf vieles Einzelwissen hinzuarbeiten haben, vielmehr muß es ihr Ziel sein, die allgemeinen Gesetze und Vorgänge zu schildern, die die Wandelungen der festen Erdkruste bedingen, um so das heutige Bild der Erde aus seiner erdgeschichtlichen Vergangenheit heraus erklären zu können. Bis zur Selbstverständlichkeit ist dieser letzte Satz bereits wiederholt worden, und doch wird er längst noch nicht genügend beachtet.

Man erkennt das an der starken Betonung der Formationstabelle; sie ist das Schlimmste, was es im Unterricht gibt. Schon eine Geschichtstabelle ist nichts Schönes, aber sie löst doch Begriffe aus und ist ohne weiteres verständlich, da die Bedeutung der Jahreszahlen jedem geläufig ist. Bei einer geologischen Formationstabelle aber läßt sich gar nichts denken; sie bietet dem Anfänger nur tote Namen. Auch gewinnt sie noch kein Leben durch die

Nennung der verschiedenen Tier- und Pflanzengeschlechter, die die einzelnen Stufen kennzeichnen und nacheinander den Schauplatz der Erde betraten. Denn das organische Leben stellt, so eng es auch mit den Veränderungen der Erdfeste verknüpft und von ihnen abhängig ist, doch deshalb noch nicht die Erdgeschichte selber dar, sondern ist nur eine Begleiterscheinung, ohne die jene nicht nur denkbar ist, sondern ohne die sie sich tatsächlich durch endlose Zeiten abgespielt hat, so daß wir Erdgeschichte oft betreiben müssen, ohne Fossilien heranziehen zu können. Nur da greifen die Organismen tätig und mitbestimmend in ihren Gang ein, wo sie die Gesteine selbst aufbauen, wie die Kohlen, die Faulschlammgesteine oder die organogenen Kalke, aber auch da kommt es weniger auf ihre systematische Stellung oder ihre Entwicklungshöhe als vielmehr auf ihren stofflichen Bestand an, so daß sie in dieser Hinsicht mehr Forschungsgegenstand des Chemikers als des Zoologen oder Botanikers sind. Das Wesen des geologischen Anfängerunterrichts muß vielmehr in der Darstellung der Geschehnisse liegen, von denen die einzelnen Zeiten erfüllt sind; es sind für die nach Bedürfnis größer oder enger zu wählenden Zeitabschnitte die Vorstöße und Rückzüge des Meeres, die Bewegungen der Festländer, ihre Zerstörung und Abtragung, die Anschwemmungen und vulkanischen Ausbrüche und nunmehr auch die Art des Tier- und Pflanzenlebens, kurz die jeweiligen paläogeographischen Verhältnisse zu schildern, so daß sich aus der Aufeinanderfolge der verschiedenen und wechselnden Zustände schließlich geschichtlich das heutige Bild unserer Landschaften ergibt; denn dieses ist nicht das Ergebnis einmaliger Vorgänge, sondern der Summierung vieler solcher, deren älteste selbst im heutigen Antlitz der Erde für den Kundigen noch durchschimmern. So erhält die Erdgeschichte wahres Leben, die Formationstabelle aber möge dann dazu dienen, in den verwirrenden Gang der Ereignisse Ordnung zu bringen; sie sei nur das Gerüst, an die sich die übrigen Kenntnisse anranken, sie liefert die Wegsteine, den Ort festzustellen, an dem man sich befindet.

Die angedeutete Art der geologischen Unterweisung ist noch nicht alt. Die tatsächliche Verbreitung der Formationen, ihr petrographischer und paläontologischer Charakter wurde dem Werden gegenüber in den Vordergrund gestellt, der Anfänger lernte, wie es ist, aber nicht, warum es gerade so ist. Der erste, der, wenigstens für weitere Kreise, die Geologie als geschichtliche Wissenschaft behandelte, war wohl Johannes Walther, der Neutöner auf dem Gebiete der geologischen Darstellungskunst, der dem Unterricht neue Wege wies. Er lehrte die Vorgänge an Stelle der Ergebnisse betonen und lieh immer wieder von den gegenwärtigen geologischen Kräften den Schlüssel für das Verstündigs einer grauen Vorzeit

ständnis einer grauen Vorzeit.

Trotzdem ist allen Lehrbüchern der Geologie

das eine gemeinsam, daß sie bei ihrer Darstellung der systematischen Anordnung folgen. Die umfangreicheren unter ihnen machen es sich zur Aufgabe, und müssen es sich ihrem Zwecke entsprechend zur Aufgabe machen, ohne Rücksicht auf pädagogische Grundsätze das vorhandene Wissen zu magazinieren und eine, der Übersichtlichkeit wegen scharf nach Kapiteln getrennte Aufzählung der wichtigsten Erkenntnistatsachen nebst ihren Begründungen zu geben. Als Nachschlagewerke gehören sie daher zum unentbehrlichsten Rüstzeuge bei wissenschaftlichen Arbeiten und erfüllen ihren Zweck um so besser, je vollständiger sie sind, und je übersichtlicher für das Auffinden der Stoff geordnet ist. Sie würden demnach vielleicht oft besser als Handbücher zu bezeichnen sein.

An ein eigentliches Lehr buch aber, worunter ein Buch verstanden sei, an dessen Hand der Anfänger, der Schüler, der Laie in das ihm bisher noch vollständig verschlossene Gebiet der Geologie eingeführt werden will, sind andere Anforderungen zu stellen. Es muß, um seiner Aufgabe gerecht zu werden, nach pädagogischen Grundsätzen aufgebaut sein. Ein solches Buch harrt aber noch der Herausgabe. Seine Aufgabe darf nicht darin erblickt werden, eine möglichst große Fülle geologischer Tatsachen zu bringen, es soll vielmehr zunächst einmal geologische Begriffe schaffen, geologisches Denken üben und geologische Vorstellungen vermitteln. Erst wenn diese gewonnen sind, dann ist der Boden für ein erfolgreiches Studium der einzelnen Teilgebiete bereitet.

Unsere systematischen Handbücher gleichen einem schönen und weiten Lagerplatze, auf dem alle erdenklichen Materialien, die man für einen Bau gebraucht, mit den nötigen Erläuterungen, jedes an seinem Platze übersichtlich geordnet, nebeneinander gestapelt sind. Aus diesen Stoffen nun ein Haus zu bauen, das ist die Aufgabe des Pädagogen. Mit einer Kürzung und Zusammendrängung des ungeheueren Wissensstoffes auf engen Raum ist das noch nicht geschehen, auch dann nicht, wenn ausführliche Erklärungen gegeben werden, die Sprache volkstümlich gehalten ist und Fachausdrücke verdeutscht werden. Erst in der vollkommenen Umprägung des von der Wissenschaft in ihren Werken dargebotenen Rohstoffes in die Form eines Lehr buches liegt die Lösung, hierin aber liegt auch erst die originelle, selbstschöpferische Tätigkeit, die etwas Neues schafft; alles andere ist lediglich Zusammentragung. Die einzelnen wissenschaftlichen Erfahrungen seien organisch zu einem einheitlichen, in sich geschlossenen Ganzen ineinander gefügt, dessen Teile sich, schrittweise aufsteigend in klarer zwingender Gedankenfolge aneinanderreihen, von dem kein Stein herausgenommen werden darf, ohne den ganzen Bau zu gefährden.

Meistens werden indessen alle die Vorgänge, die nur in engster Wechselwirkurg miteinander die feste Erdkruste schaffen—die Sedimentierung, die gebirgsaufrichtenden Vorgänge, die Gesteinsabtragung, die Wasserzirkulation und so fort, von denen das eine nicht ohne das andere denkbar ist — nach einander, jedes in seinem besonderen

Kapitel, behandelt, als hätten sie nichts miteinander zu tun. Ohne innere Bezugnahme werden in dem einen Abschnitte die vulkanischen Erscheinungen, in einem weit entfernt stehenden die Eruptivgesteine besprochen, und dem Anfänger wird es schwer, in dem einen das andere zu erkennen und sich alle Kräfte in ihrem Zusammenwirken, aus dem erst das tatsächliche Bild hervorgeht, zu vergegenwärtigen.

Schon die räumliche Trennung von "Allgemeiner Geologie" oder Geologie der Gegenwart von der "Historischen Geologie" erschwert das Verständnis, denn der Leser wird nicht dahin geleitet, aus den Vorgängen der Gegenwart die Nutzanwendung auf die Vergangenheit zu ziehen. Er findet nicht leicht etwa in der Meerestransgression der Jurazeit die Zerstörung unserer Nordseeküste, in dem steilwelligen Auf und Ab einer Schichtfläche die Karsterscheinungen Dalmatiens, in einer Basaltklippe den Vesuv als altvertrauten Bekannten wieder. Ihm bleibt die Wechselwirkung verborgen. Wie lassen sich die tertiäre Aufrichtung unserer Mittelgebirge mit der Ablagerung der norddeutschen Braunkohlensande, wie die Granitintrusionen mit der spätkarbonischen Faltung als einheitliche untrennbare Vorgänge erkennen, wenn sie vielleicht in verschiedenen Bänden behandelt werden? Ineinanderarbeiten der Erscheinungen besteht die Aufgabe eines methodischen Lehrbuches.

Freilich, der Lehrende kann dem entraten. Er bedarf einer Einführung in die Welt geologischer Vorstellungen nicht mehr; er will die wichtigen Tatsachen geordnet greifbar zur Hand haben, sich schnell über dieses und jenes unterrichten, gelegentlich sein Gedächtnis auffrischen, eine Übersicht über den Umfang bewahren. Beim Lernenden ist das etwas ganz anderes.

Wenn es gestattet ist, den Vergleich mit dem Magazin und dem fertigen Hause noch einmal aufzunehmen, so sei des weiteren darauf hingewiesen, daß, wie in jenem die einzelnen Baustoffe noch nicht in der für den Bau richtigen Menge daliegen, sondern von dem einen zu viel, von dem anderen zu wenig vorhanden ist, auch in einem systematisch gehaltenen Buche die einzelnen Teilgebiete in ihrem Umfange durchaus nicht das für eine methodische Behandlung passende Verhältnis aufweisen, indem das eine Kapitel zu ausführlich, das andere für diesen ganz neuen Zweck zu knapp gehalten ist. Das macht sich namentlich bei der Besprechung gewisser, an sich zwar sehr interessanter und auffälliger, für den großen Gang der Erdgeschichte aber belangloser Erscheinungen geltend, namentlich wenn die weniger sinnfälligen, dafür aber für das Wesen der Erdgeschichte ausschlaggebenden und das wahre Verständnis erst erschließenden Vorgänge darüber zu kurz kommen. Es sei hier an die meist allzu ausgiebige Behandlung der Erdbeben, der vielen Formen der oberflächlichen Gesteinsverwitterung, von denen manche nur als Kuriosa zu bewerten sind, der Geysire usw. erinnert; man denke an die unvermeidlichen Erdpyramiden von Bozen, an den nie fehlenden, bei höchster anatomischer

und entwicklungskundlicher Wichtigkeit, geologisch doch vollkommen gleichgültigen Archäopteryx usf. Selbst wesentliche Dinge, wie z. B. die Tätigkeit der heutigen Vulkane, die nur für ganz bestimmte Teilgebiete der Petrographie herangezogen und verwertet werden und die selbst die allermeisten Petrographen kaum oder gar nicht zu sehen bekommen, lassen sich in der Darstellung ganz wesentlich einschränken, gegenüber universelleren Vorgängen, wie z. B. der Epirogenese, dem Mechanismus weiträumiger mächtiger Sedimentation, der Entstehungsursache der so ungemein bedeutungsvollen Fastebenen. Und so kann es geschehen, daß ein fleißiger Liebhaber der Geologie große Kenntnisse von den Sinterterrassen Neuseelands, den Karrenfeldern der Kalkalpen oder den fossilen Regentropfen besitzt, ohne doch eine einfache Landschaft, wie z. B. das Elbsandsteingebirge mit seiner kristallinen Umrahmung, seinem petrographischen Charakter. seinen Formationslücken, Verwerfungen, Basaltdurchbrüchen, seinen diluvialen Talböden ihren Ursachen nach analysieren und aus den einzelnen Phasen seiner Entstehung heraus geschichtlich entwickeln zu können. Die einzelnen Teilgebiete sind nicht um ihrer selbst willen da, sondern haben sich in ihrem Umfange als Glieder dem übergeordneten Zweck anzupassen; sie sind soweit zu behandeln, wie es das zu gewinnende Verständnis für das Ganze erfordert. Im Weglassen liegt bisweilen die größere pädagogische Weisheit.

Schließlich sind das aber Vorschriften, die auf jedes Fach passen; nur sind sie auf das geologische Gebiet noch kaum angewendet, während sie in anderen Wissenszweigen, z. B. der Biologie, längst Heimatrecht erworben haben.

Die geforderte Methode im Heimatunterricht und von einem solchen ist angesichts der Schwierigkeit einer Unterweisung draußen in der Natur zunächst nur die Rede - sowie bei der Abfassung eines Schulbuches durchzuführen, ist gewiß nicht leicht, zumal insonderheit der Verfasser eines letzteren beim Verlassen der strengen systematischen Grundlage Gefahr läuft, in einen feuilletonistischen und oberflächlichen Plauderton zu verfallen, der schließlich für ein Lehrbuch ebenfalls nicht paßt; der wissenschaftliche Charakter ist auf jeden Fall zu wahren. Des weiteren hat die Methode den Nachteil einer gewissen Unübersichtlichkeit, dem durch Anfügung einer ganz kurzen systematischen Zusammenfassung abzuhelfen wäre. Wenn aber bis jetzt nur negative Merkmale angeführt sind, so soll nun auch ein Vorschlag folgen, wobei man indessen bedenken möge, daß aus den Baustoffen unseres Lagerplatzes recht verschiedenartige Häuser zu errichten möglich ist. Eines von ihnen wäre dieses:

Statt der abstrakten Schemata — z. B. der Gesteinslagerung — statt der ermüdenden Aufzählung der verschiedenen Arten von Verwerfungen, von Quelltypen oder ähnlichem, wähle man einen bestimmten Fall, eine bestimmte Landschaft, sie sei fingiert oder der Wirklichkeit entnommen, und erfasse an ihr den gesamten Kom-

plex der Erscheinungen, den sie zeigt, gleichgültig ob man vom Beispiel zur Erklärung übergeht oder das Beispiel an der Hand der Erklärungen erstehen läßt. Es ist dabei gänzlich belanglos, ob irgendeiner der möglichen Typen einer Erscheinung in dem gewählten Beispiel fehlt; es kommt, um es noch einmal zu wiederholen, nicht anf Vollzähligkeit der Tatsachen an, sondern auf die Gewinnung einer Vorstellung vom Werden der Erdkruste, der Gebirge und Niederungen, der Flußläufe und Meere. Das ist dem gebildeten und bildungsbedürftigen Leser das Nötige. Deshalb ist es auch gleich, an welcher Gegend die Unterweisung erfolgt. Nehmen wir das subherzyne Hügelland, etwa die Halberstädter Gegend, den Salzgitterer Höhenzug oder den Hils, so lassen sich an jedem dieser Beispiele die säkularen Hebungen, die Transgressionen der Meere mit den faziellen Verschiedenheiten ihrer Sedimente, die Lage der alten Festländer, ihre Aufrichtung und ihre Abtragung, die klimatischen Verhältnisse, die Faunen in ihrer regionalen Verbreitung und ihrer stratigraphischen Folge, die Meerestiefen, kurz die paläogeographischen Verhältnisse der verschiedenen Zeiten, die Bildung nutzbarer Lagerstätten, die Quellen, die jungen Schollenbrüche und Faltungen, die Erosionsvorgänge und die Abhängigkeit der heutigen Oberflächenformen von der Natur und der Lagerung der Gesteine, die Einwirkung der geologischen Geschichte auf Siedelung, Verkehrswege, Wirtschaft des Menschen usw. erläutern. An den großen Granitmassiven der Lausitz oder der Sudeten kann man außer vielem von dem eben Genannten: die Faltung, die Ergreifung des flüssigen Erdinnern, die Intrusion der Granite, ihre Mineralzusammensetzung, die Kontakterscheinungen im Nebengestein, pneumatolytische Prozesse, Bildung von Edelsteinen und Erzgängen, Nachschübe von Porphyren, Gegensatz von Tiefenund Ergußgestein, Entstehung von Thermalquellen und anderes mehr ableiten. Und das gleiche nun bei anderen Landschaftsformen, den Alpen, der norddeutschen Niederung usw. So entsteht, namentlich wenn dem Vortragenden die Gabe plastischer Schilderung und eine auf Wanderungen erworbene eigene Anschauung zur Seite stehen, an der Hand eines Lehrleeren Nebeneinander buches statt eines ein lebensvolles Bild der wirklichen Natur, und der Schüler wird sich als gereifter Mensch noch gern an den Unterricht erinnern, ohne Schrecken an die merkwürdigen zeichnungen aller der Formationsstufen oder die vielen Namen toter Tiere denken zu müssen.

Alle Unterweisung im Zimmer, an Karten, an Bildern und Handstücken muß indessen weit zurückstehen gegen die Betrachtung der Natur selber, und das ist auf geologischem Gebiete nötiger als auf anderen, weil die Vorstellung von den räumlichen Abmessungen, die für das Verständnis der Vorgänge so unentbehrlich ist, sich anders nicht gewinnen läßt. Ist doch selbst der Fachgeologe, der leichter die zeichnerische Darstellung ins Räumliche umzudenken vermag,

stets gezwungen, seine Hypothesen im Angesichte der Natur auf ihre Möglichkeit nachzuprüfen. Wer Gelegenheit hat, geologischen Unterricht in der freien Landschaft zu genießen oder zu erteilen, an den wenden sich diese Zeilen nicht. Wie wenigen aber ist dies vergönnt. Lassen sich doch in der Hälfte des Deutschen Reiches ohne größere Reisen geologische Studien überhaupt nur ganz dürftig und einseitig anstellen, nämlich im ganzen Bereiche des norddeutschen Flachlandes, weil hier fast alle Spuren der Erdgeschichte durch die Ablagerungen einer einzigen, jüngsten und noch dazu verschwindend kurzen Zeit verhüllt sind. Die Kräfte zwar, die an der Umbildung der Erdkruste arbeiten, lassen sich teilweise auch hier wahrnehmen: wir sehen vor unseren Augen mit Schrecken die Zerstörung der Küsten und das Vordringen des Meeres, wir beobachten die Aufwehungen und Abschleifungen des Windes, wir verfolgen die Verlandung flacher Küstenzonen durch Flußschlick oder der Seen durch Schlamm und Torf, betrachten die Ausscheidung oder Verfestigung von Gesteinen, erleben die Ausfurchung von Wasserrissen. In welcher Ausdehnung und Reihenfolge eben diese und andere Kräfte aber in der Vorzeit gewirkt und welche Ergebnisse sie gezeitigt haben, bleibt hier unserem Auge verborgen.

Zwar scheinen hier und da die alten Gesteine durch die sonst alles verhüllende diluviale Decke wie durch ein Fenster hindurch, jedoch ist der didaktische Wert solcher vereinzelten Vorkommen eben wegen ihrer Isoliertheit vergleichsweise gering. Wenn auch ein Aufschluß, wie der von Rüdersdorf, der zu den großartigsten und mannigfaltigsten im ganzen Bereiche der Vereisung, abgesehen von ihren Randgebieten, gehört, gar manches lehrt, wenn auch der Begriff eines verfestigten Gesteins, der Schichtung, der Lagerung, der Versteinerungsführung, des Gesteinswechsels, der eiszeitlichen Beeinflussung und anderes wohl erläutert werden kann, so ist doch ein solcher Aufschluß zu sehr aus seinem Zusammenhange herausgelöst, als daß die erdgeschichtlichen Vorgänge, die die ganze Ablagerung bedingten, leicht unmittelbar abzulesen wären. Wer das will, der muß ins Gebirge gehen, und zwar zunächst auch nicht in das Reich der ältesten Gesteine, in den Thüringer Wald oder gar den Harz, wo die verwirrende Lagerung der Schichten am Anfang jeden Überblick vereitelt, sondern in die Gebiete der Tafelländer. Er gehe in das Land der Saale oder in die Rhön oder gar auf die Höhen der Alb, wo die Gesteinsschichten noch fast so daliegen, wie sie dem Meere entstiegen sind, flächenhaft, soweit der Blick des Beschauers reicht. Da ergänzt sein Auge die jäh abbrechenden Felsen über die Steilkante hinaus weit ins Land, über ganz Deutschland und weiter, er sieht im Geiste das Vordringen des Meeres mit seinen Tiefen und Seichten, seinen Buchten und seinem Tierleben, er verfolgt die späteren Schicksale, sieht die Aufrichtung und Faltung der Schichten, sieht ihre Abtragung und erblickt in den Niederungen in Gedanken die Massen, die aus jener Zerstörung hervorgegangen sind, und die einstens neue Gesteine werden sollen. Dann erst enthüllt sich ihm das Werden und Vergehen der Berge, und, indem er so die Erdgeschichte verstehen lernt, wird sie ihm zum Erlebnis.

Neue Lehrmittel über Steinsalzbildung und -gewinnung. Orig.-Bericht von Bergrat Dr. E. Fulda in Berlin.

Das Kochsalz spielt als Nahrungsmittel in unserem täglichen Leben eine so wichtige Rolle, daß einige allgemeine Kenntnisse über seine Entstehung, sein Vorkommen, seine



Fig. 1. Anschauungstafel: "Salzbildung zur Zechsteinzeit".

Gewinnung und sein Aussehen im Rohzustande für jedermann wünschenswert erscheinen und zur Berücksichtigung beim Schulunterricht zu empfehlen sind. Wie schließlich alle Minerallagerstätten, so sind auch die Salzlager, in der Tiefe der Erdhaut verborgen, von dem Nichtfachmann schwer

in ihrer Wesensart zu erkennen und zu beurteilen. Das Deutsche Steinsalzsyndikat in Berlin hat sich daher in dankenswerter Weise darum bemüht, durch eine Zusammenstellung von Lehrmitteln dem Lehrer und Schüler die Vorstellung von dem Wesen des Salzes zu erleichtern.

Diese Zusammenstellung besteht aus folgenden Einzelheiten:

1. Eine farbige Wandtafel: "Salzbildung zur Zechsteinzeit" im Format 85 cm × 105 cm (vgl. Fig. 1).

2. Eine farbige Wandtafel: "Steinsalzgewinnung" im Format $85~\mathrm{cm} \times 105~\mathrm{cm}$ (vgl. Fig. 2).

3. Ein Schauglas mit folgendem In-

halt (vgl. Fig. 3):

Obere Schicht: Älteres Steinsalz mit Anhydritstreifen, Jüngeres Steinsalz (mit etwa 99% Na Cl), Steinsalzkristall aus dem Jüngeren Steinsalz, Blaues Steinsalz, Rotes Steinsalz. Untere Schicht: Carnallitgestein, Hartsalz, Kainitgestein, Anhydrit.

4. Ein Schauglas mit einer Probe zum Gebrauch fertigen Salzes (Sichtersalz, Körnung O).

5. Eine kurze Erläuterung (4 Druckseiten). Die Zusammenstellung wird durch die Lehrmittelwerkstätten von Paul Räth in Leipzig C I, Sidonienstraße 26, vertrieben. Der Preis beträgt einschließlich Porto und Verpackung 10 RM. bzw. 17,50 RM., je nachdem die Bilder auf Papier oder auf Leinwand aufgezogen gewünscht werden.

Das erste Bild zeigt in seiner oberen Hälfte eine Landschaft, wie sie für die Zech-

steinzeit in Mittel- und Norddeutschland angenommen wird. Ein ausgedehntes Wüstengebiet enthält eine mit Salzlaugen erfüllte Senke, die durch eine schmale Landzunge von dem offenen Ozean getrennt ist, dessen Wasser in einem früheren Zeitabschnitt in die Senke hineinfließen konnte. Dort ist es unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen eingedunstet und hat nacheinander Kalk, Anhydrit, Steinsalz und Kalimagnesiasalze abgesetzt. Dieser Vorgang hat sich nach einer neuen Überflutung mit Meerwasser wiederholt. Das Bild zeigt ein Stadium, in dem sich bei dieser zweiten Eindunstung das Jüngere Steinsalz bildet, das von einer gesättigten Lösung (Mutterlauge) bedeckt wird.

Die untere Hälfte des Bildes zeigt im Profil die Unterlage der Zechsteinschichten, Carbon und Rotliegendes, und die bereits gebildeten Salzschichten, Alteres Steinsalz, Kalilager, Grauen Salzton, Hauptanhydrit und einen Teil des

Jüngeren Steinsalzes.

Das zweite Bild zeigt im Profil eine Salzlagerstätte, die durch einen Schacht erschlossen ist, von dem aus ein weitverzweigtes Streckennetz zu den Abbaukammern führt, in denen das Steinsalz gewonnen wird.

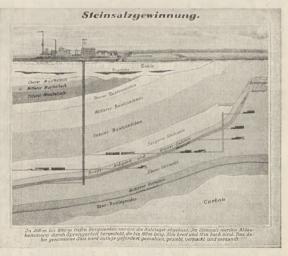


Fig. 2. Anschauungstafel: "Steinsalzgewinnung".

Über dem Profil ist eine Landschaft mit den Tagesanlagen des Salzbergwerkes dargestellt.

Das erste Schauglas enthält ausgewählte Proben der wichtigsten Salzgesteine. Das Ältere Steinsalz mit den charakteristischen Anhydrit-

Deutsches Steinsalz
Schaugläser zu den 2 Anschauungsbildern:
Fulda - Ertel, Steinsalzgewinnung

Fig. 3. Schaugläser mit Proben von Salzgesteinen und von Speisesalz.

lagen enthält etwa 95% Na Cl und ist für verwöhnte Ansprüche als Speisesalz nicht rein genug. Für diesen Zweck zieht man Jüngeres Steinsalz vor, das besonders in der unteren Hälfte des Lagers außerordentlich rein vorkommt und oft große wasserklare Kristalle enthält. Von mineralogischem Interesse ist das blaue Steinsalz, das seine eigentümliche Farbe wahrscheinlich einer durch radioaktive Bestrahlung hervorgerufenen Modifikation des atomistischen Aufbaues verdankt. Im Jüngeren Steinsalzlager kommt häufig durch feine Eisenglanzschüppchen rot gefärbtes Steinsalz vor.

Ferner enthält das Schauglas je eine Probe der wichtigsten Kalisalzgesteine: Hartsalz, Carnallit- und Kainitgestein. Diese Mineralien bilden den Gegenstand des mit dem Steinsalzbergbau eng zusammenhängenden Kalisalzbergbaues und sind in gemahlenem Zustande ein wichtiges künstliches Düngemittel. Auch der Anhydrit (Ca SO 4) ist neuerdings ein nutzbares Mineral geworden, da er die Schwefelsäure zur Bindung des aus der Luft gewonnenen Stickstoffes liefert bei der Fabrikation von Ammonsulfat, das gleichfalls ein sehr wichtiges Düngemittel ist.

Das Steinsalz wird fein gemahlen und in verschiedenen Korngrößen in den Handel ge-

bracht; eine Probe davon enthält das zweite Schanglas.

Bei der Zusammenstellung ist absichtlich alles Entbehrliche unberücksichtigt geblieben. Es sollten nur die wichtigsten Dinge, die für das Verständnis des Salzes notwendig sind, in anschaulicher Weise hervorgehoben und für den Unterricht greifbar dargestellt werden.

Lichtbildtechnik und Unterricht. Von Dipl.-Ing. R. DÜNCKEL in Berlin.

Den folgenden Ausführungen sind die Erfahrungen der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale Berlin (TWL) zugrunde gelegt, die seit Jahren für die mustergültige Durchbildung insbesondere destechnischen Lichtbildwesens wirkt1). Sie werden auch für den an allgemeinbildenden Schulen von Interesse sein, der sich nach eigenen Ideen gute Lichtbilder für den Unterricht anfertigen oder käufliches Bildmaterial beschaffen will, um so mehr, als für die von maßgebender Seite geforderte Einführung der Schüler in technisches Denken und Schaffen die Verwendung von Lichtbildern ein unentbehrliches Hilfsmittel ist.

Leider macht man sich vielfach nicht genügend klar, daß an ein gutes Lichtbild ganz andero

Anforderungen zu stellen sind, als an eine Darstellung, die aus der Nähe betrachtet werden kann. Der an seinen Platz gebundene Zuschauer hat nicht die Möglichkeit, das Bild in günstigste Sehnähe zu bringen; auch von dem letzten Platze aus – entsprechend einem Abstand von etwa der vier- bis sechsfachen Bildbreite — soll er alle Einzelheiten erkennen können. Außerdem fehlt bei Lichtbildvorführungen meist die Zeit, um schwer verständliche Darstellungen zu enträtseln. Größte Einfachheit und Klarheit in der Form wie im Inhalt sind daher oberste Bedingung, wenn der Unterrichtswert des Lichtbildes voll ausgenutzt werden soll.

Für die Herstellung von Diapositiven nach photographischen Vorlagen ist ein klares, kräftiges, aber nicht zu hartes Original notwendig, denn nach einer schlechten Vorlage, z.B. nach

¹⁾ Vgl.TWL-Blatt 1143, "Leitsätze für TWL-Lichtbilder", zu beziehen durch die Technisch-Wissenschaftliche Lehrmittelzentrale, Berlin NW7, Dorotheenstr. 35.

Rasterdrucken aus Büchern oder Zeitschriften, kann selbstverständlich der beste Photograph kein brauchbares Bild liefern. Während man bei Landschaftsbildern am besten auf das Originalnegativ zurückgreift, damit möglichst wenig Feinheiten verloren gehen und die Stimmung des Bildes nicht leidet, ist für technische Gegenstände. die in ihren Einzelheiten genau erläutert werden sollen, ein guter Abzug vorzuziehen, der in derselben Weise, wie es für die Anfertigung von Druckstöcken nötig ist, retuschiert werden kann. Störendes Beiwerk, namentlich im Hintergrund, ist durch Abspritzen zu dämpfen, die wichtigen Teile sind durch Aufhellen der Schatten, Nachziehen von Umrißlinien usw. kräftig hervorzu-Auch für die Aufnahme selbst treten



Fig. 1.

naturgemäß andere Gesichtspunkte in den Vordergrund, wenn in erster Linie auf belehrende, statt auf malerische Wirkung ausgegangen wird. Standort und Beleuchtung sind so zu wählen, daß die für das Verständnis wichtigen Teile bei der späteren Vorführung groß und deutlich genug erscheinen. Bei Dingen, die nicht schon aus der Erfahrung bekannt sind, braucht das Auge einen Anhalt, nach dem es ihre Größe abschätzen kann; nötigenfalls müssen Gegenstände bekannter Größe oder Personen mit aufgenommen werden; auch kann man nachträglich auf dem zur Reproduktion dienenden Abzug einen Maßstab einzeichnen (z. B. bei Mikroaufnahmen). Bei der Aufnahme von Arbeitsvorgängen gilt es, den richtigen Augenblick zu erfassen, aus dem sich der Gesantverlauf am besten erkennen läßt. Auch Bilder von Maschinen und Apparaturen gewinnen viel an Anschaulichkeit und Verständlichkeit, wenn die Aufnahme im Betrieb, und zwar während der Bedienung, geschieht (vgl. Fig. 1).

Die TWL versieht ihre Diapositive, auch solche nach Photographien, mit einer Unter-

schriftleiste, die außer der Benennung des Bildes dessen geistigen Urheber (Verfasser, Firma usw.) und das Entstehungsjahr der betreffenden Konstruktion, sowie die Ordnungsnummer enthält, und die auf dem Schirm mit erscheint. Dadurch, daß der Betrachter die wichtigsten Angaben über den dargestellten Gegenstand auch mit dem Auge aufnimmt, prägen sie sich ihm desto fester ein, so daß die Erläuterungen des Vortragenden wirkungsvoll unterstützt werden. Die Leisten lassen sich z B. in der Weise herstellen, daß sämtliche Texte in einheitlicher Größe geschrieben, durch Photographieren auf Bromsilberpapier auf die Größe der Vorlage gebracht und mit dieser zusammen aufgenommen werden. Man kann aber auch die Unterschrift von vorn-

> horein der Größe der Vorlage anpassen oder sie in der Diapositivgröße auf durchsichtiges Papier schreiben und auf die Negativplatte des Diapositivs aufkleben.

> Das Format der Diapositive ist durch Din-Blatt 108 mit 8,5×10 cm genormt(Din = Deutsche Industrie-Norm). Ferner ist dort vorgeschrieben, daß am unteren Rand auf der dem Beschauer bei seitenrichtiger Durchsicht zugewandten Bildseite ein weißer Papierstreifen aufzukleben ist, damit das störende verkehrte Einschieben der Bilder in den Apparat vermieden wird.

Noch mehr Arbeit als bei photographischen Unterlagen ist für Diapositive nach Zeichnungen zu leisten. Trotzdem sollte gerade von solchen Bildern weitgehend Gebrauch gemacht werden, obgleich natürlich nicht gesagt werden soll, daß an die Stelle des pädagogisch so wertvollen Tafelzeichnens

einfach das bequemere Vorführen fertiger Lichtbilder zu treten hätte. Die Kreide in der Hand eines tüchtigen Lehrers kann am besten den Schüler Schritt für Schritt miterleben lassen, wie ein Lehrsatz abgeleitet wird, wie eine Maschine sich aufbaut usw. Wohl aber darf man das Lichtbild als eine wertvolle Ergänzung des Tafelzeichnens ansehen, die überall da mit Erfolg eingesetzt wird, wo der für das Selbstzeichnen zu leistende Arbeitsaufwand in keinem Verhältnis zu dem erzielbaren pädagogischen Gewinn steht, also z. B. bei besonders schwierigen oder genaue Maßstäblichkeit erfordernden Darstellungen (Kurvenscharen, graphischen Darstellungen u. a.). Bei technischen Unterrichtsstoffen bildet die Lichtbildzeichnung eine oftmals unentbehrliche Ergänzung des photographischen Bildes, das ja in der Regel in das Innere einer Konstruktion keinen Einblick gewährt.

Jede Zeichnung muß in erster Linie einer sorgfältigen geistigen Durcharbeitung unterworfen werden. Namentlich diese gewissenhafte Durcharbeitung, nicht etwa irgendeine Besonderheit in der formalen Ausführung ist es, die das Wesen der TWL-Bilder ausmacht. Es genügt nicht, daß der Verfasser selbst sich über die gewählte Darstellung im klaren ist; er muß sich vielmehr ganz auf den Standpunkt des naiven Beschauers stellen, der sich in den zunächst

fremden Stoff erst hineindenken muß. Die Darstellung ist übersichtlich und logisch anzuordnen, der ihr zugrunde liegende Gedanke ist klar herauszuarbeiten, und alles Nebensächliche muß zurücktreten oder ganz wegbleiben. Schon deshalb müssen die für Lichtbildzwecke bestimmten Darstellungen meist weitgehend vereinfacht werden, besonders wenn verwickelte Konstruktionszeichnungen als Unterlagen dienen.

In formaler Hinsicht ist auch hier zu sagen, daß Abbildungen aus Druckschriften in den meisten Fällen zu mangelhaft sind, als daß sie für die Anfertigung guter Diapositive einfach photographisch kopiert werden könnten, denn je öfter ein Bild reproduziert wird, desto schlechter wird es. Jeder kleine Mangel im Druck macht sich bei der starken Vergrößerung auf dem Schirm bemerkbar, ganz abgesehen davon, daß auch die Durcharbeitung des Inhalts selten den soeben aufgestellten Forderungen entspricht. Am besten wird man daher, wenn die Bilder häufiger benutzt werden sollen, neue Zeichnungen anfertigen. Als Format hat sich eine Zeichenfläche von 352×256 mm am besten bewährt, die der linear vierfachen Bildgröße des Diapositives ohne Unterschriftleiste entspricht (vgl. Fig. 2).

Sehr wichtig ist die Wahl der richtigen Strichstärke. Für einfache Darstellungen kann man bei der angegebenen

Blattgröße etwa 1 mm als normal ansehen; besonders wichtige Linien sind noch etwas stärker, nebensächliche schwächer zu zeichnen. Geringere Strichstärken als etwa ½ mm für Einzelstriche, ¼ mm für Schraffierung, sind verfehlt, weil sie bei der Reproduktion auf der photographischen Platte nicht mehr wiedergegeben werden oder bei der Vorführung aus normaler Entfernung nicht mehr zu erkennen sind. Auch aus diesem Grunde verbieten sich weitgehende zeichnerische Feinheiten von selbst. Bei der photographischen

Wiedergabe der Zeichnung muß übrigens besonders hart gearbeitet werden, damit die weißen Teile glasklar, die schwarzen Teile kräftig gedeckt erscheinen.

Außer der Unterschrift trägt bei Zeichnungen eine knappe aber klare Beschriftung der

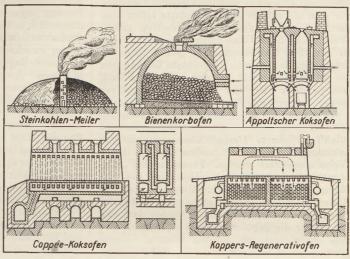


Fig. 2. TWL-Bild 15 750: Die Entwicklung der Koksöfen.

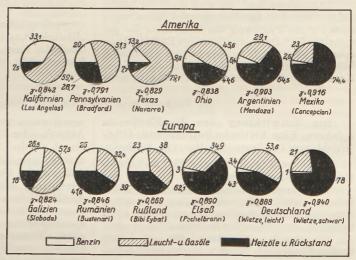


Fig. 3. TWL-Bild 15767: Vorkommen und Bestandteile der wichtigsten Erdöle.

Einzelteile dazu bei, den Worten des Vortragenden Nachdruck zu geben. Leider werden vielfach zu geringe Schriftgrößen angewendet. Die Buchstaben und Zitfern müssen auf dem Diapositiv zwischen 1 und 2 mm hoch sein; als Schriftart empfiehlt sich die in der Technik gebräuchliche Blockschrift (DINorm 16), die sich durch Einfachheit und Leserlichkeit auszeichnet. Die Worte dürfen niemals senkrecht stehend geschrieben werden, damit der Beschauer den Kopf nicht schief halten muß, und sind mit Bezugstrichen

dicht neben die betreffenden Teile zu setzen. Längere Zahlentafeln sind möglichst durch zeichnerische Darstellungen zu ersetzen (vgl. Fig. 3).

Glaslichtbilder können sowohl als eigentliche "Diapositive" (schwarze Linien auf weißem Grunde), wie auch als "Dianegative" (weiße Linien auf schwarzem Grunde) ausgeführt werden, wie man sie auf der Aufnahmeplatte selbst oder durch Kopieren normaler Diapositive erhält. Welche von beiden Ausführungen gewählt wird, ist zum Teil Geschmacksache, jedoch lehrt die Erfahrung, daß negativ ausgeführte Zeichnungen im allgemeinen nicht so gut erkennbar sind, wie positive. Bei der Vorführung negativer Bilder verschwinden dünne Linien leicht, während dicke Linien, wenn sie dichter gedrängt stehen, leicht zu verschwommenen Lichtflecken zusammenzulaufen scheinen. Deshalb können nur einfache Zeichnungen mit befriedigendem Erfolg in dieser Weise ausgeführt werden. Ferner ist bei "Dianegativen" eine stärkere Verdunkelung des Vorführungsraumes erforderlich, während bei positiven Bildern (nach Zeichnung) - einen guten Bildwerfer vorausgesetzt - der Saal so hell bleiben darf, daß der Lehrer die Schüler im Auge behält und diese sich Aufzeichnungen machen können. Unangenehm ist bei Dianegativen auch, daß der Zeigestock des Vortragenden gegen den schwarzen Hintergrund oft schlecht zu sehen ist.

Trotz dieser Nachteile wird die Wahl häufig auf die negative Ausführungsweise fallen, wenn diese für die Färbung der Lichtbilder die geeignetere ist. Durch zweckmäßige Färbung kann man das Verständnis außerordentlich erleichtern, indem man wichtige Teile hervorhebt oder Kurven, Konstruktionsteile usw. — unter Umständen nebst

ihrer Beschriftung - durch Anlegen in der gleichen Farbe als zusammengehörig kennzeichnet. Die Farbigkeit macht das Bild auch eindrucksvoller und lebhafter, und man sollte daher, wie es die TWL tut, von diesem Hilfsmittel weitgehenden Gebrauch machen1). Will man Linien, Zahlen oder Schriftzeichen färben, so ist negative Ausführung notwendig; dabei sind dunklere Töne, namentlich in Blau oder Violett, die sich von dem schwarzen Grund nicht gut abheben, zu vermeiden. Ist es zweckmäßiger, ganze Flächen zu färben, so kommt dagegen nur die positive Ausführung in Frage. Auch auf Lichtbildern nach Photographien lassen sich wichtige Teile durch Färbung hervorheben, nachdem sie nötigenfalls durch Retusche aufgehellt wurden, denn auf dunklem Grund kommt die Färbung nicht zur Geltung. Für die Wahl der Farben läßt sich naturgemäß kein Schema aufstellen, doch ist es zweckmäßig, bei einander ähnlichen Darstellungen eine gewisse Einheitlichkeit walten zu lassen und ferner das am meisten leuchtende Rot für die Hervorhebung des Wichtigsten vorzubehalten.

Diapositive nach den angegebenen Gesichtspunkten herzustellen, kostet zwar meist viel Mühe und Sorgfalt, aber der einmalige Mehraufwand macht sich reichlich durch den höheren Lehrwert solcher Bilder bezahlt und wird der weiteren Verbreitung dieses noch längst nicht genügend gewürdigten Lehrmittels die Wege ebnen.

¹⁾ Empfehlenswert ist hierfür der Farbkasten "Kleinchen" nach Prof. W. Ostwald, zu beziehen durch die Firma Spitta & Leutz, Berlin SW 68, Ritterstr. 64.

5. Technik und mechanische Praxis.

Die Entwicklung des Rundfunks in 3 Jahren. Eine kritische Betrachtung. Orig.-Bericht von Dr. Friedrich Moeller in Berlin.

An einem Tage im Sommer 1911 im Laboratorium eines Berliner Instituts!

Wir, junge Studenten, machten an einem Detektorgerät Empfangsversuche von gedämpften (Löschfunken-) Sendern, der damals weitaus wichtigsten Sendergattung der drahtlosen Telegraphie. An ungedämpften Sendern gab es nur die Poulsen lampe, die jedoch in der Praxis nur selten Verwendung fand. Wir hatten gerade eine Arbeitspause eingelegt und unterhielten uns über allerlei theoretische Fragen, während ein Mechaniker des Instituts mit dem Hörer am Ohr am Apparat stand. Plötzlich bat er um Ruhe, während sein Gesicht einen überraschten und gespannten Ausdruck annahm. Schnell nahmen auch wir wieder das Telephon und hörten nun leise, aber sehr deutlich zählen: "Eins, zwei, drei, vier" usw. bis zehn, was sich häufiger wiederholte. Wir wußten damals noch nichts über drahtlose Telephonie und vermuteten natürlicherweise zunächst irgend einen Witz, den sich jemand auf eine uns allerdings rätselhafte Weise erlaubte. Aber die Worte hatten merkwürdigerweise Abstimmung, waren verschwunden mit Wegnehmen der Antenne oder Erde, kurzum benahmen sich so, als ob sie drahtlos zu uns kamen. Wir hielten nach einigem Zögern die Sache für so wichtig, daß wir den Chef herbeiholten, und hatten die Genugtuung, daß auch er überrascht war. Bald danach erfuhren wir, daß es Versuche der Firma Lorenz-Berlin waren, die zu jener Zeit die ersten Sprechversuche auf einem Poulsensender unternahm. Dieses erstmalige Hören von drahtlos übermittelten Worten war so eindrucksvoll, daß ich noch heute die Situation mit voller Deutlichkeit vor Augen habe. Niemand damals konnte ahnen, daß in absehbarer Zeit eine praktische Anwendung der drahtlosen Telephonie möglich sein könnte, auch die nicht, denen die Versuche anvertraut waren. Diese Versuche konnten kaum anders als eine interessante wissenschaftliche Untersuchung mit sehr kostspieligen Mitteln angesehen werden.

Zehn Jahre später, im Jahre 1921, im Laboratorium einer Berliner Firma!

Die Röhre war inzwischen entwickelt und hatte ihren Siegeszug angetreten. Es wurden die ersten Röhren-Telegraphiesender mit einer Leistung von mehreren Kilowatt in der Antenne

gebaut. Man erlebte dabei die scherzhaftesten (was im Laboratoriumsjargon so viel heißt wie schmerzhaftesten) Überraschungen und war äußerst unangenehm berührt, daß die Besteller stets auch einen sog. "Telephoniezusatz" verlangten, den sie nachher in der Praxis kaum brauchten, wie man sich später bei der Montage vergewissern konnte. Da kam eines Tages aus Amerika die Nachricht ins Laboratorium, daß sie drüben reine Telephoniesender dazu benutzten, um Nachrichten von allgemeinem Interesse zu verbreiten, die jeder hören durfte, oder besser gesagt, sollte. -Ich müßte lügen, wenn wir im Laboratorium, abgesehen davon, daß uns die Nachricht reichlich "amerikanisch" vorkam, etwas anderes empfanden als die Furcht, daß wir mit diesem "Zeug" auch noch behelligt werden könnten, denn wir hatten wie gesagt gerade genug Schwierigkeiten zu überwinden. Die Forderung nach dem Telephoniezusatz erregte stets ein gelindes Gruseln bei allen, die technisch bei seiner Verwirklichung beteiligt waren.

Und wieder vergingen zwei Jahre. Tempora mutantur, nos et mutamur in illis. Es war anders geworden im Laboratorium und in der Werkstatt, auf Montage und in der ganzen Fabrik. In allen Fachunterhaltungen, die Hochfrequenzingenieure bekanntlich mit stets sich gleichbleibender Leidenschaft führen, sei es im Laboratorium, zu Hause oder außerhalb, war Telephonie Trumpf geworden, spielten Schlagwörter wie "geradlinige Charakteristik", "Gitter- und Anodensteuerung", "Telephoniewirkungsgrad", "Telephonieabbildung" usw. die Hauptrolle; man stritt sich über die Erklärung einer Fülle merkwürdiger Erscheinungen, die man jeden Tag mit sehr gemischten Gefühlen am "Röhrentelephoniesender" - von Telegraphie war kaum mehr die Rede - erleben mußte und schimpfte laut und deutlich auf die Behörde, die den amerikanischen Humbug nun unter dem Namen "Rundfunk" auch bei uns einbürgern wollte.

Ein Zimmer unserer Laboratoriumsräume war zum sog. "Besprechungszimmer" umgewandelt worden; es war jedem, der nichts dort zu tun hatte, bei Strafe sofortiger Entlassung verboten, es zu betreten. Zu sehen war allerdings auch dann noch nichts, wenn man die Tür geöffnet hatte. Denn von der Decke herabhängende große Tücher, die die "Akustik verbessern sollten", sperrten jede Aussicht und ließen nur einen ganz geringen Platz frei, auf dem an jenem Tage, von dem ich jetzt sprechen will, außer den betr. Ingenieuren und Mechanikern 4 Musiker Aufstellung genommen hatten, mit Namen Geige, Flöte, Cello und Klavier. Die Herren wußten allerdings kaum, um was es sich handelte, waren auch vor dem Betreten des Schauplatzes zu tiefstem Schweigen verpflichtet worden. Man stand vor einem riesigen Trichter von einem Meter Durchmesser, den tags zuvor ein besonders geschickter Mechaniker nach Angabe gepappt hatte. In die Eingangsseite dieses genialen Machwerks war ein sog. Handmikrophon einfachster Sorte gesteckt, weil es andere Mikrophone damals

nicht gab. Nach einigen Erklärungen, und nachdem man sich darüber einig geworden war, was gespielt werden sollte, gingen Klavier und Geige an die Arbeit, während sich die Ingenieure in ein anderes Zimmer begaben, wo ein Kontrollempfänger aufgestellt war. Er bestand allerdings nur aus einem noch dazu außerhalb der Resonanz eingestellten Detektorkreis, denn man befand sich direkt neben dem Sender, der selbstverständlich "durchschlug". Mit einer gewissen Feierlichkeit und starker Erregung nahmen die Beteiligten ihre Telephone. Sie wurden zunächst angenehm enttäuscht, denn es war tatsächlich Musik zu hören. Die Geige kam sogar recht gut heraus, wenigstens schien das im ersten Augenblick so; aber wo in aller Welt blieb nur das Klavier? Nach wiederholter eingehender Inaugenscheinnahme, daß der Spieler drüben sein Bestes hergab und durchaus seinen Pflichten nachkam, mußte man sich leider überzeugen lassen, daß das dumpf klopfende Geräusch, das bisweilen im Telephon hörbar wurde, die musikalische Auffassung des Mikrophons vom Klavier darstellte. Leise Töne kamen nicht durch, die Fortestellen machten sich durch das besagte Klopfen oder Rollen erkenntlich. Und nach einigem weiteren Horchen ergab sich weiterhin die betrübende Tatsache, daß auch musikalische Ohren die Geige von der Flöte nicht unterscheiden konnten. Nach Verlauf einer Stunde schickte man Klavier und Flöte als zu hohe Ansprüche stellende Instrumente wieder nach Hause und begnügte sich zunächst mit Geige und Cello. Letzteres bewies sich als liebenswürdig und entgegenkommend, denn es wurde bei weitem am besten reproduziert.

Vier Wochen bis zu der großen Vorführung, in der die beteiligten Firmen eine Konkurrenzvorführung zu machen hatten, vergingen in rastloser Arbeit, in deren Verlauf man zahlreiche Verbesserungen vornahm. Die Tücher im Besprechungsraum verschwanden als völlig nutzlos, desgleichen der Trichter vor dem Mikrophon, das selbst noch etwas umgearbeitet wurde; so brachte man es schließlich kurz vor dem Termin dahin, daß sich im Hörer die Geige von der Flöte beinahe unterscheiden ließ, und daß auch beim Klavier die Pianostellen genau so dumpf und mit einem leiseren Klopfen als die lauten Stellen wiedergegeben wurden. Und dann kam der große Tag der Vorführung. Es würde zu lang werden, wollte ich alle die Erlebnisse dieser Tage schildern. Für einen Unbeteiligten war der Wettstreit der konkurrierenden Parteien zweifelsohne äußerst interessant und bisweilen amtisant, aber das Resultat der zweitägigen Schlacht läßt sich kurz und bündig so darstellen: sämtliche Sender und Empfänger leisteten etwa das Gleiche an "Güte". Es war kein Zweifel nötig und möglich, daß allerseits das Problem nicht nur nicht gelöst, sondern kaum in den ersten Anfängen richtig erfaßt war.

Der Leser möge die lange Einleitung verzeihen, für die aber doch hier und da vielleicht Interesse besteht. Sie hatte den Zweck, in erzählender Form einen historischen Rückblick auf eine Entwicklung zu werfen, die ich selbst als handelnde Person in fast allen Stadien miterlebt habe.

Abermals sind mehr als drei Jahre vergangen, in deren Verlauf eine intensive Arbeit einen außerordentlich großen Fortschritterzielen konnte. Wir alle, die wir damals ziemlich hoffnungslos vor dem ersten Sender standen, haben sicherlich nicht geahnt, daß bereits nach drei Jahren das Problem so weit bewältigt war, daß man schon heute von einem gewissen Abschluß sprechen kann, womit selbstverständlich nicht gesagt sein soll, daß wir fertig sind. Diesen Begriff gibt es in der Technik nicht. Immerhin lohnt es sich jetzt, einen Überblick über die in den letzten drei Jahren gewonnenen Erfolge zu geben.

Als der erste Rundfunksender in Berlin der Öffentlichkeit übergeben wurde, konnte man nur von einem Versuch sprechen. Man ahnte noch kaum etwas, wie ich oben zu schildern versucht habe, von den Bedingungen, die ein Besprechungsraum dem Mikrophon zu geben hat. Dieses selbst war noch äußerst mangelhaft, und endlich waren die Verstärkereinrichtungen, welche die im Mikrophon gewonnenen Wechselspannungen in vielfältiger Erhöhung den Senderöhren zuführen, sehr verzerrend. Die Strahlungsleistung der Sender war nur gering. Während die Vergrößerung der Sender gewissermaßen nur quantitativer Art war, sah man sich bei Entwicklung der übrigen Probleme vor vollständig neue Aufgaben gestellt. Die Aufnahmeräume, die heute benutzt werden, besitzen keine Ahnlichkeit mehr mit dem ersten kümmerlichen Versuchsraum und sind unter akustisch ganz anderen Gesichtspunkten gebaut. Ihre Gestaltung ist keineswegs endgültig, aber sie gewährt doch bereits eine gute Aufnahmemöglichkeit. Das wichtigste Problem jedoch war zweifellos die Ausbildung eines guten Mikrophons. Es ist hier fast eine rückläufige Bewegung zu verzeichnen. Während man zunächst das Kohlemikrophon verwarf, zu Mikrophonformen wie dem Kathodophon und dem Bändchenmikrophon überging, konstruierte Reiss ein neues Kohlemikrophon, das in der Entwicklung und Konstruktion geeigneter Mikrophone als erste wirklich brauchbare Form angesehen werden muß. Es bedeutete einen gewaltigen Fortschritt und machte die Telephoniewiedergabe unserer Sender denen des Auslandes ebenbürtig. Soviel ich weiß, sind auch eine große Zahl ausländischer Sender mit diesem Mikrophon ausgerüstet. Sicherlich bedeutet auch das Reiss-Mikrophon noch keinen Abschluß in der Entwicklung, es wird früher oder später anderen Systemen Platz machen, falls es selbst keiner Verbesserung mehr fähig sein sollte, aber so viel ist sicher, daß seit seiner Einführung ein abermaliger, gleich wesentlicher Fortschritt nicht erzielt worden ist. Die Verstärkereinrichtungen erfuhren insofern eine völlige Umgestaltung, als man jeden Transformator entfernte und durch kapazitive Widerstandskopplung (Widerstandsverstärkung) ersetzte. Man vermied so die bei

jedem Transformator unvermeidlichen Resonanzen, hervorgerufen durch seine Induktivität und die Eigenkapazität seiner Wicklungen.

Alle diese Arbeiten haben zur Folge gehabt, daß heute die Übermittlung der Darbietungen seitens des Senders schon als recht brauchbar bezeichnet werden kann. Noch immer läßt die Abbildung einiger Instrumente zu wünschen übrig. Das Klavier, um ein Beispiel zu nennen, scheint das enfant terrible des Rundfunks bleiben zu wollen, denn in der Regel klingen seine Töne wie ein Spinett und kommen klirrend zu uns in den Hörer; auch ist die Wiedergabe ein und desselben Senders durchaus nicht immer gleichbleibend, was nicht immer auf technischen Mängeln beruht. Es scheint oft schwierig zu sein, Künstler oder Vortragende zur Innehaltung gewisser Regeln zu bringen, die nun einmal heute noch das Mikrophon stellt. Aber es ist dennoch kein Zweifel möglich, daß eine außerordentlich fruchtbare produktive Arbeit geleistet wurde, deren Erfolg zufriedenstellt.

Vielleicht ist noch ein kurzes Wort über die Art der Sender zu sagen. Bis jetzt hat die Röhre als Schwingungserreger Monopolstellung; fast alle Rundfunksender werden durch sie betrieben. Allerdings sind ihre Dimensionen gewaltig gewachsen, und in jüngster Zeit scheint auch ihre Konstruktion eine wesentliche Anderung zu erfahren. Als Emissionsfaden dient auch bei den Röhren großer Leistung (bis 20 Kilowatt und mehr) noch immer der reine Metallfaden, jedoch findet man bei einzelnen Großsendern bereits Röhren mit wassergekühlten Anodenblechen. Der Aufprall der Elektronen auf die Anoden entwickelt bekanntlich erhebliche Wärmemengen, deren Fortführung mit größer werdender Röhre schwierig wird. Sehr viel wichtiger ist jedoch die Tatsache, daß die kalt bleibende Anode weniger Gas abgibt, wodurch das Pumpverfahren eine

große Vereinfachung erfährt.

Der Konkurrent der Röhre im Rundfunk ist die Hochfrequenzmaschine, die im übrigen drahtlosen Verkehr schon eine erheblich größere Rolle spielt. Es ist neuerdings durch die Arbeit von C. SCHMIDT (Lorenz A. G.) gelungen, mit der Maschine Frequenzen zu erzeugen, wie sie im Rundfunkverkehr gebräuchlich sind, doch scheint die Unterdrückung der störenden Oberwellen noch erhebliche Schwierigkeiten zu machen, und außerdem ist wohl die Steuerung durch das Mikrophon noch nicht so gut gelungen wie beim Röhrensender. So bleibt noch abzuwarten, wie sich im Laufe der Zeit die Maschine im Rundfunkbetrieb geltend machen wird. Die Entwicklung der Sendertechnik war sicherlich nur möglich durch die Anteilnahme der breitesten Volksschichten, die sich der Rundfunk im Laufe der kurzen Zeit hat gewinnen können. Es war auf diese Weise die Bereitstellung von großen Geldmitteln möglich, die zur Durchführung so zahlreicher Aufgaben nötig waren.

Während sich von der Senderindustrie im ganzen rückblickend ein erfreuliches Bild ergibt, läßt sich das von der Empfängerindustrie leider nicht behaupten. Bis in die jüngste Zeit hinein findet sich hier ein geradezu sklavisches Nachlaufen nach einem in der Regel amerikanischen Muster. Es ist durchaus nicht geprüft worden, ob amerikanische Verhältnisse auf uns übertragen werden können, ob nicht unter so ganz anders gearteten Verhältnissen auch ein anderer Weg beschritten werden müsse. Zudem ist leider die Empfängerindustrie von sehr üblen Begleiterscheinungen nicht verschont geblieben, die sich im Senderbau naturgemäß nicht gezeigt haben. Eine Unzahl von Glücks- und Profitjägern, denen die Sache an sich durchaus nicht am Herzen lag, und die völlig ohne Kenntnis waren, stürzte sich auf das so plötzlich auftauchende Neuland, um dort zu ernten, wo sie nicht gesät hatten. Es folgte eine große Zahl von Neugründungen aller möglichen Fabriken, die mit großem Geschrei gegründet und aufgemacht eine Unzahl von Schundapparaten auf den Mark brachten. Viele von ihnen sind inzwischen bereits wieder verschwunden, doch der von ihnen einer guten Sache zugefügte Schaden läßt sich nicht von heute auf morgen beseitigen. Unterstützt wurde die schädliche Entwicklung dadurch, daß auch im Handel ähnliche Verhältnisse sich einstellten. Noch heute besitzt der weitaus größte Teil aller sog. Radiohändler eine von keinerlei Sachkenntnis getrübte Anschauung über das Wesen der Apparate, mit denen sie handeln und die sie aufstellen. Die Kritik ihrerseits fehlt völlig, und es kann sich auch naturgemäß hier erst allmählich eine Anderung vollziehen.

Bei allen Empfänger fabrizierenden Firmen, einschließlich der alten angesehenen Fabriken, wie leider gesagt werden muß, setzte gleich zu Anfang der Rundfunkbewegung eine Entwicklung ein, die geradezu unsinnig genannt werden muß. Es begann ein Rennen um den ersten Preis, der nach allgemeiner Ansicht dem Apparat gebührte, mit dem man wie es hieß "ohne Antenne und ohne Erde" alles Mögliche hören könne. Dabei spielte die Qualität keine Rolle. Niemand, weder von den doch eigentlich dazu berufenen staatlichen Stellen noch von den alten Firmen, fand sich, der diesem Wahnsinn steuerte und der doch völlig kritiklosen Öffentlichkeit einen anderen besseren Weg wies. Und er war so einfach. Freilich, nach amerikanischem Muster konnte man es nicht machen. Es herrschen eben dort ganz andere Verhältnisse, andere Gesetze, die notwendigerweise eine andere wirtschaftliche Entwicklung vorschreiben. Ein Sendemonopol besteht dort nicht. In New-York allein laufen etwa 30 Sender, zum Teil mit sehr großer Leistung. Wenn also die Amerikaner überhaupt einen Sender für sich hören wollen, so sind sie gezwungen, sich hochselektive Apparate anzuschaffen, die selbstverständlich teuer sein müssen. Aber es herrscht drüben eine Kaufkraft, die wir nicht besitzen. Um eine Anschauung von der amerikanischen Kaufkraft zu geben, will ich Zahlen nennen. Es gibt drüben Fabriken, die eine Empfängeranzahl von mehreren tausend Stück pro Tag herstellen, wobei der Empfänger 100 Dollar kostet. Moderne Fabrikation heißt: Einen Artikel sehr gut und

so außerordentlich preiswert herstellen, daß die Masse ihn kaufen kann. Es gibt drüben eine Menge Menschen, die 100 Dollar erübrigen können, bei uns dagegen nicht. Das wurde bei uns nicht erkannt, und so gelang es kaum einer Firma, zu fabrizieren und zu gleicher Zeit zu verdienen, wenigstens nicht bei fertigen Apparaten.

Es ist bedauerlich, daß die Anregung, andere geeignetere Wege zu beschreiten, nicht aus den Fachkreisen kam. M. E. hätte man es hier noch einige Jahre so weiter getrieben, ohne etwas zu merken. Man fuhr fort, Neutrodynempfänger, Reflexempfänger, Superheterodynempfänger in geringer Stückzahl zu bauen, ohne vom Fleck zu kommen und ohne (das ist das Wesentliche) der Öffentlichkeit viel zu nutzen. Der Umschwung, denn von einem solchen kann man reden, kam aus den Kreisen der sog. Radioamateure, die auf der Suche nach einem Empfangssystem waren, das der allmählich ausgezeichneten Wiedergabe der Sender so gerecht wurde, um einen Lautsprecher gut zu besprechen. Es ist das Verdienst des jungen Amateurs Manfred von Ardenne, die Widerstandsverstärkung 1) nicht entdeckt (sie war schon seit langem bekannt), sondern gewissermaßen wiederentdeckt zu haben. Es fanden dann häufige eingehende Besprechungen in den Amateurblättern statt, und durch sie erst wurde die Industrie aufmerksam. Abgesehen von den Vorzügen einer sehr reinen verzerrungsfreien Abbildung ist die Schaltung fabrikatorisch außerordentlich billig herzustellen. Wenn vielfach behauptet wird, daß die Anwendung der Schaltung erst jetzt möglich geworden sei, so entspricht das in keiner Weise den Tatsachen. Ihre praktische Verwirklichung wäre bereits zu Anfang der Rundfunkbewegung möglich gewesen. So bahnen sich erst in dieser Zeit Anfänge einer gesunden Entwicklung an, deren Ziel es sein muß, den Rundfunk nicht zu einem Sport auszubilden, sondern mit billigen und guten Apparaten im Sinne einer modernen Fabrikation das Bedürfnis der großen Menge zu befriedigen, die lediglich ein Interesse an "ihrem" Sender hat, dessen Reproduktionen sie rein und ohne viel zu "basteln" hören will, und zwar auf dem Lautsprecher. Diese große Hörerzahl, sicherlich über 70 v. H. aller Rundfunkteilnehmer, ist von der Industrie zu ihrem eigenen großen Schaden und zum Nachteil der Sache bis vor kurzem völlig vernachlässigt worden. - Eine Rundfunkteilindustrie hat durch die bisherige Entwicklung der Empfängerindustrie den größten Schaden gehabt: die Lautsprecherfabrikation. Dadurch, daß in allen Läden bei fast allen Vorführungen Apparate benutzt wurden, die zu einer guten Lautsprecherwiedergabe gänzlich ungeeignet waren, und die womöglich noch falsch bedient wurden, (in Dortmund sah und hörte ich schaudernd vor kurzem noch wieder eine Vorführung des Ortssenders mit 8!!! Röhren) war es möglich, daß der Laut-

¹) Ich selbst habe von Anfang an diese Art der Verstärkung propagiert. Vgl. d. Zeitschr. **39**, 135; 1926.

sprecher beim Publikum gänzlich in Verruf kam. Noch heute kann man überall den Einwurf hören: "Im Kopfhörer klingt es besser". Und doch ist das Umgekehrte richtig: Aus dem Lautsprecher klingt es besser! Nämlich dann, wenn er richtig bedient und von seinem Verstärker tadellos gesteuert wird. Und das ist eben nicht möglich bei Apparaten, die hauptsächlich für den Fernempfang gebaut wurden. Nur einfache Empfänger mit höchstens 3 Röhren dürfen benutzt werden, wenn der Lautsprecher zu seinem Recht kommen soll. Man wird mir vielleicht entgegenhalten, daß sehr viele Teilnehmer ja nicht in einem Senderbezirk wohnen. daß sie also keinen Ortssender haben und eben auf Fernempfänger angewiesen sind. Das ist richtig, aber diese Teilnehmer können eben ein Urteil über einen guten Lautsprecherempfang nicht gewinnen. Übrigens besteht für manche Hörer auf dem Lande ein Trost, sobald sie in der Lage sind, sich eine Antenne zu ziehen. Die Großstation Königswusterhausen ist für einen großen Teil des Reiches "Ortssender", der auch mit einfacheren Apparaten zu erhalten ist. Sein Ausbau auf eine Leistung von 100 Kilowatt, der geplant ist, wird noch außerordentlichen Vorteil bringen. Es soll nicht behauptet werden, daß der Lautsprecher an sich schon vollkommen sei; es gibt auch hier wie überall Gutes und weniger Gutes, und auch die guten Exemplare sind zweifellos vom Ideal noch weit entfernt. Ein großer Nachteil des Lautsprechers ist ohne Zweifel der Trichter, sei er nun offen oder eingebaut. Die Entwicklung führt zur Zeit zu den sog. Großflächenlautsprechern, die die Luft direkt durch eine Membran von großem Durchmesser anstoßen. Es finden sich bereits eine Menge

ihrer Art am Markt, doch sind sie für meinen Geschmack noch nicht brauchbar, vor allem bei Musikwiedergabe. Die Sprache geben sie allgemein heller wieder als der Trichter, doch besitzen sie alle noch bei musikalischen Darbietungen starke Untertöne, die bei größeren Lautstärken zu Rasseln Anlaß geben. Wie dem auch sei, das Problem der großen Fläche erscheint schwierig, doch glaube ich, daß keine prophetische Gabe dazu gehört, auch hier baldiges Gelingen vorauszusagen.

Es sei mir zum Schluß noch einmal eine kurze Zusammenfassung gestattet. Ich glaube nicht, daß komplizierte Apparate in Deutschland eine große Zukunft besitzen. Es wird stets mehr oder weniger Sache der Amateure sein, solche zu bauen, mehr zum Zeitvertreib und aus Liebe zur Sache, als um des reinen Hörens willen. Der eigentliche Rundfunkteilnehmer wird stets mehr oder weniger auf "seinen" Sender angewiesen sein, sei es nun ein Sender auf kleinerer Welle und mit kleinerer Leistung, oder Königswusterhausen. In beiden Fällen genügen einfache Apparate, an deren Vervollkommnung jetzt die Industrie erfreulicherweise zu arbeiten beginnt. Audion mit Widerstandsverstärkung oder höchstens einmal Hochfrequenzverstärkung (um die Selektivität zu erhöhen) mit Widerstandsverstärkung genügen völlig. Zur Zeit nimmt die Zahl der Rundfunkteilnehmer wieder kräftig zu. Sie wird noch weit mehr wachsen, wenn den Teilnehmern mit Verbesserung der Sender wie der Empfänger der Genuß an der Teilnahme weiterhin erhöht wird. Der Radio-"Sport" wird immer nur eine geringe Zahl von Anhängern finden.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Die Naturlehre in der Volksschule. Von Th. Reinfurth. 3. Auflage. Bühl (Baden) 1926, Verlag der Konkordia A.G.

Diese Anleitung zur Erteilung des physikalischen und chemischen Unterrichts in der Volksschule ist ein Wegweiser, den Schüler mit ganz einfachen, z. T. selbst gefertigten Hilfsmitteln im Sinne des Arbeitsschulgedankens in diese Gebiete einzuführen. Von der Erfahrung und leicht auszuführenden Versuchen wird ausgegangen, aus den angestellten Beobachtungen werden die wichtigten Gesetze herausgearbeitet. Der gesamte Lehrstoff wird in übersichtlicher, methodisch geschickter Weise geboten und berücksichtigt vor allem die das Kind interessierenden Fragen. Der Stoff ist so umfassend, daß das Buch allen Anforderungen der Volks-, der Fortbildungs- und Gewerbeschulen genügen dürfte. Das Buch wird dem jüngeren Lehrer für seinen Unterricht wertvolle Dienste leisten und ist besonders den Studierenden an den pädagogischen Akademien zu empfehlen. Ausstattung, Druck H. S., Frkft. a. M. und Figuren sind gut.

Deutsche Meister der Naturwissenschaft und Technik. Von A. KISTNER. Sammlung Kösel. 2. vermehrte Auflage. Band I (198 S.), Band II (212 S.).

Die Biographiensammlung ist entstanden, um Leben und Wirken der Männer zu schildern, die im Ehrensaal des Deutschen Museums zu München in Bildnissen und Büsten vorhanden sind. Die zweite Auflage in zwei Bänden bringt eine wesentlich größere Zahl Biographien von deutschen Meistern der Naturwissenschaft (Bd. 1) und der Technik (Bd. 2).

Die in flüssigem Stil geschriebenen einzelnen Lebensbilder setzen als Leser den gebildeten Laien voraus. Überall, wo eine über das gewöhnliche Maß hinausgehende Kenntnis von naturwissenschaftlichen oder mathematischen Einzeldingen nötig wird, werden einfache, sinnfällige und leicht faßliche Aufschlüsse erteilt. Dem gebildeten Laien, aber auch dem Anfänger in der Betrachtung exakt-naturwissenschaftlicher Vorgänge, gibt das Buch eine lesbare Einfühlung und den ersten Aufschluß. Der Lehrer wird mit

Nutzen das Buch seinen Schülern in die Hand geben können. Namentlich dürften die beiden Bände eine wertvolle Bereicherung des naturwissenschaftlichen Bücherschatzes der Schülerbibliothek darstellen.

Im ersten Band erscheinen die Lebensbilder von Koppernicus, Kepler, Guericke, Leibniz, Goethe, Gauss, Liebig, Ohm, R. Mayer, Clausius, Bunsen, Kirchhoff, Helmholtz, Hertz; der zweite Band behandelt Gutenberg, Senefelder, Reichenbach, Fraunhofer, A. Borsig, A. Krupp, Reis, W. v. Siemens, Schichau, Otto, Langen, Lilienthal.

K. M.

Naturforscher und Erfinder. Biographische Miniaturen von Prof. Dr. Ludwig Darmstabdter. Mit 16 Tafeln und 22 Textabbildungen. 182 S. Bielefeld und Leipzig 1926, Velhagen & Klasing.

Das vornehm und geschmackvoll ausgestattete Buch gibt keine Lebensbeschreibungen oder die vollständige psychologische und wissenschaftliche Entwicklung von Naturforschern und Erfindern, sondern in der Tat nur Miniaturen, die aber durchaus in den Rahmen der Geschichte der Wissenschaften eingespannt sind, um, wie das Vorwort ausführt, die Beschäftigung und Vertiefung mit der Wissenschaft und ihren Ergebnissen wieder anzubahnen und so "ein großes Publikum mit den Ergebnissen der exakten Wissenschaften, der Medizin und der Technik durch Biographien führender Größen bekannt zu machen und dasselbe so für die Naturwissenschaft und ihre Bestrebungen zu gewinnen".

Bei der Auswahl und Ausstattung stand dem Herausgeber die Einsichtnahme und Benutzung der Schätze der Staatsbibliothek mit ihren reichen Dokumentensammlungen zur Verfügung, so daß tatsächlich sich in vieler Beziehung manche "neue Gesichtspunkte für die Beurteilung der Gelehrtenkreise, die in den Biographien behandelt werden, ergeben".

Der Herausgeber ordnet die behandelten Gelehrtenbiographien weder chronologisch, noch auch ausschließlich nach Fachgesichtspunkten, er ordnet sie vielmehr in einer Weise, die m. W. in diesem Zusammenhange neu ist, aber an sich schon dazu reizt, in die Lektüre der einzelnen Abschnitte einzutreten. Er behandelt den ausgewählten Stoff — immer Lebensschicksale mehrerer Forscher — in folgenden Abschnitten: Entdeckung der Welt, Aus welchen Stoffen besteht das Weltall?, Entstehung der Arten, Magnetismus und Elektrizität, der Irrsinn des Phlogiston und sein Ende, Die Welt des Kleinen, Sammelleidenschaft und ihre Folgen, Erfinderschicksale, Eine Forscherfamilie, Berühmtheit nach dem Tode, Wohltäter der Menschheit, Bau des Menschen und Blutkreislauf.

Der Stil ist gewandt und kurzweilig. Niemand wird das Buch ohne Gewinn aus der Hand legen. Es verdient Verbreitung in weitesten Kreisen, auch in an sich nicht naturwissenschaftlich interessierten, in diesen vielleicht gerade besonders. Zur Anschaffung für die Schüler sowohl wie für die Bibliotheken sei das Buch angelegentlichst empfohlen. $K.\ M.$

Natur und Mensch, die Naturwissenschaften und ihre Anwendungen. Von Dr. C. W. Schmidt, 4 Bände, W. de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig 1926. Gebunden pro Band RM 32.—.

Im ersten Band wird behandelt "Weltraum und Erde. Im zweiten: Das Leben und seine Entwicklung. Im dritten: Der Mensch als Individuum und Rasse. Im vierten: Die angewandten Naturwissenschaften. Der 3. und 4. Band sind noch nicht erschienen.

Das populär-wissenschaftliche Werk enthält das, was es im Vorwort verspricht, dem gebildeten Laien und auch dem Fachmann Berater und Helfer beim Aufbau ihrer Lebens- und Weltanschauung zu sein. Diese Aufgabe wird durch eine meisterhafte Auswahl der unendlichen Stofffülle, durch klare, anschauliche Sprache, durch gute Gliederung, gute Abbildungen, Tabellen und graphische Darstellungen und durch Betonen der geschichtlichen Entwicklungen gut durchgeführt. Es ist den Verfassern gelungen, den Blick immer wieder auf die großen Zusammenhänge und fesselnden Probleme zu lenken, ohne sich in Einzelheiten zu verlieren, so daß jeder Leser, dessen Sinn sich mehr auf die Erfassung der Natur als Ganzes richtet, mit großer Befriedigung das Buch nach dem Lesen aus der Hand legen wird.

Jeder Band ist in 3 Abschnitte eingeteilt: Grundlage, Entwicklung und Zustand. Besonders interessiert hier der 1. und 4. Band. Auf den 4. Band wird nach seinem Erscheinen eingegangen werden.

Im 1. Band sind als besonders gut gelungen hervorzuheben die Abschnitte über Stellarstatistik, das Milchstraßenproblem, die Bewohnbarkeit der Erdkörper und die Ausbreitung des Lebens im Weltall, die sicher viele verworrene Vorstellungen im Leser berichtigen werden.

Wietherts Kugelschalentheorie wird, wenn auch dieser Abschnitt etwas knapp bemessen ist, das Interesse der Leser in Anspruch nehmen.

Im 3. Teil des 1. Bandes gibt der Verfasser nach Anführung der Clarke-Vogtschen Tabelle kurz und elegant die Grundzüge der allgemeinen Mineralogie unter Hervorhebung der regelmäßigen Systeme wieder. Die wichtigsten Mineralien werden klassenweise aufgeführt und nach Vorkommen, Darstellung usw. erläutert. Die wichtigsten Gesteinsfamilien werden nach einigen allgemeinen petrographischen Betrachtungen in ihren Eigenschaften erörtert. Besonders gute Aufnahmen begleiten den Leser. Die Tektonik bringt reiches Material in Theorie und Abbildung. Der Vulkanismus, das Geiserproblem und die Theorie der Erdbeben sind fesselnd dargestellt. Die Arbeit der exogenen Kräfte ist sehr lesenswert, nur fällt hier die dürftige Streifung der geologischen Arbeit der Organismen auf. Die historische Geologie bietet einen guten Überblick. G. Kleine.

Himmelserscheinungen im November und Dezember 1927.

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

W.Z.	Novem	ber 7	12	17	22	27	Dezei 2		12	17	22	27	Jan. 1
8 (AR	15h 28m —21,3°	15.13	14.49	14 33	14.34	14.49	15.11	15.38 18,0	16.8	16.39	17.12 _ 23 4	17.46	18.20
♀ {AR	11h 35m	11.52	12.9	12.28	12.47	13.6	13.26	13.47	14.8	14.30	14.53 -13.8	15.16 — 15.4	15.39 - 17.0
\odot { $^{\mathrm{AR}}_{\mathrm{D}}$	14h25m 14,4°	14.44 15,9	15.5 $-17,4$	15.25 - 18,7	15.46 - 19,9	16.7 $-20,9$	16.28 21,8	16.50 - 22,5	17.12 - 23,0	17.34 — 23,3	17.56 — 23,4	18.18 - 23,4	18.41 23,1
3 (AR	14h 10m — 12,8°	14.23	14.37	14.50	15.4	15.18	15.33 19.1	15.47	16.2	16.17 - 21 4	16,32 - 22.1	16.47 — 22.6	17.3 - 23,1
	23h 41m - 3,7°		23.39 - 3.9		23.39 -3.9		23.40 - 3,7		23.42 3,5	,-	23.45 - 3,1		23.49 $-2,6$
	16h 20m — 19,8°				16.29 — 20,2				16.39 — 20,6				$16.49 \\ -20,9$

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

. (1 2h	3.	3.	3.	3.	4.	4.	4.	5.	5.	5.	6.	6.
4	2h 41m5s	0.48	20.30	40.13	59.56	19.39	39.21	59.4	18.47	38.30	58.13	17.55	37.38
Zeitgl.	-16m20s	-16.18	-15.56	-15.13	-14.8	-12.43	-11.0	-9.1	-6.49	-4.27	-1.58	+0.32	+2.59

Breite v. Berlin (52,5°). Länge v. Stargard. Aufgang u. Untergang d. ob. ©-Randes.

© Aufg. | 6h 57m | 7.7 | 7.16 | 7.25 | 7.34 | 7.42 | 7.49 | 7.56 | 8.2 | 8.6 | 8.9 | 8.11 |
Unterg. | 16h 30m | 16.20 | 16.12 | 16.5 | 15.59 | 15.53 | 15.49 | 15.47 | 15.46 | 15.46 | 15.48 | 15.51

Breite v. Berlin (52,5°). Länge v. Stargard. Aufgang u. Untergang d. ob. C-Randes.

Aufg. | 14h 9m | 15.58 | 18.37 | (24.37) | 5.1 | 10.41 | 13.28 | 15.5 | 19.41 | 0.32 | 6.18 | 10.47 |

C Unterg. | 22h22m | 3.59 | 11.15 | 14.19 | 15.30 | 18.0 | (24.9) | 5.55 | 11.34 | 13.10 | 14.38 | 19.15

NF 7.7	Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
Mondphasen W.Z.	Nov. 24. 10h 9,2m Dez. 24. 4h 13,3m	Dez. 2. 2h 14,9m	Dez. 8. 17h 32,0m	Nov. 16. 5h 28,2m Dez. 16. 0h 3,6m

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

I	II	III	IV
Nov. 3. 21h 15,9m A Dez. 3. 23h 26,8m A ,, 10. 23h 11,4m A ,, 12. 17h 40,2m A ,, 19. 19h 35,7m A ,, 26. 21h 31,2m A ,, 26. 23h 42,2m A ,, 28. 18h 11,1m A	, 15. 20h 27,8m A , 22. 23h 5,3m A , 29. 23h 9,0m E Dez.10. 17h 40,1m A , 17. 17h 45,1m E	,, 6. 1h 30,6m A Dez. 4. 17h 36,6m A ,, 11. 18h 57,9m E ,, 11. 21h 38,1m A	,, 5. 1h 9,5m A ,, 21. 18h 19,1m E ,, 21. 19h 8,8m A

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

M. E. Z.	ğ	Q	₫ -	24	ħ
Nov. 2. 12. 22. Dez. 2. 12. 22. Jan. 1.	(6,6h) A 5,6h D _m 6,8h A 5,9h D _m 7,0h A 6,7h D _m 7,2h (7,5h)	A 2,5h D _m 6,4h A 2,9h D _m 6,9b A 3,2h D _m 7,2h A 3,6h D _m 7,4h A 3,9h D _m 7,6h A 4,2h D _m 7,8h A 4,5h D _m 7,8h	A 6,6h D _m 6,7h A 6,6h D _m 6,9h A 6,6h D _m 7,1h A 6,6h D _m 7,3h A 6,6h D _m 7,3h	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Da 17,5h U 17,8h (17,2h)

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

W.Z. Merkurdurchgang, untere Konjunktion Nov. 10. 6h. Merkur in Konjunktion mit Mars Nov. 13. 19h, Merkur 56' N. Venus in gr. westl. Elongation 46,7° Nov. 21. 12h. Merkur in gr. westl. Elongation 20° Nov. 27. 0h. Totale Mondfinsternis Dez. 8. Anfang 15h 51,9m. Wintersolstitium Dez. 22. 20h 18m.

A. Weill.

Für die Redaktion verantwortlich: Ministerialrat Professor Dr. K. Metzner, Berlin W. 8. Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagsbuchhandlung gestattet.