

Organische Elementaranalyse im Unterricht.

Von Dr. Max Schmidt in Hamburg.

Die Zahl der quantitativen Versuche aus dem Gebiete der organischen Chemie, die für den Unterricht oder die Schülerübungen geeignet sind, ist leider verschwindend gering. Erst in jüngster Zeit sind von P. RISCHBIETH dankenswerterweise eine Anzahl derartiger Versuche angegeben worden¹. Es handelt sich indessen zum Teil um verhältnismäßig verwickelte Vorgänge und Methoden, so daß ein leiser Zweifel erlaubt sei, ob der selbst ungewöhnlich geschickte Verfasser nicht dem Können eines Durchschnitts-Primaners reichlich viel zutraut. Schließlich ist eine nach sorgfältig ausgearbeitetem Rezept und genauer Anweisung ausgeführte quantitative Bestimmung auch dann noch keine selbständige Schülerarbeit, wenn der Schüler dabei einige Wägungen zu machen oder Handgriffe auszuführen hat. Man wird doch wohl vorziehen, derartige Versuche selbst auszuführen, um nicht etwa bei selbstbewußten Naturen — solche gibt es heute unter den Schülern mehr als früher — eine schwer erträgliche Überschätzung ihrer Fähigkeiten hervorzurufen. Wie Äußerungen von Universitätslehrern zeigen, ist diese Gefahr tatsächlich nicht von der Hand zu weisen. Was uns vor allem fehlt, ist eine im Unterricht oder in den Übungen in kurzer Zeit und mit ausreichender Genauigkeit durchzuführende Elementaranalyse, damit der experimentelle Beweis für die Zusammensetzung einer Anzahl der wichtigsten organischen Verbindungen geführt werden kann. Bisher lag die Gefahr vor, die Besprechung einer Reihe von Stoffen unter Vorführung einiger bezeichnender Reaktionen aneinanderzureihen und dabei ausführlicher zu werden, als es für den Anfänger im Schulunterricht nützlich ist. Es blieb dabei nichts übrig, als in den meisten Fällen die Zusammensetzung der Verbindungen einfach anzugeben, um dann darauf so gut wie möglich einen Strukturbeweis aufzubauen. Ein solches Verfahren ist jedoch mit den Grundsätzen neuzeitlichen Arbeitsunterrichts unvereinbar. Es hat zudem den Nachteil, daß der Schüler die praktische chemische Arbeit weit unterschätzt. Die Analyse nach den von LIEBIG, DENNSTEDT, PREGL u. a. ausgearbeiteten Methoden aber kann für den Unterricht schon wegen des Zeitaufwandes nicht in Betracht kommen, den jede Bestimmung erfordert. Zur Erzielung brauchbarer Werte gehört eine längere Einarbeitung mit der Apparatur; von der Benutzung derselben in Schülerübungen kann also nicht die Rede sein. Die Besprechung mitgeteilter Analysenergebnisse und die Durchrechnung entsprechender Aufgaben ist nur ein schlechter Ersatz.

Wenn man sich klar macht, welche Umstände nun eigentlich die herkömmliche Methodik der doch theoretisch verhältnismäßig einfachen organischen Elementaranalyse für den Unterricht unverwendbar machen, so kommt man auf die Tatsache, daß dabei die Mengen der Reaktionsprodukte (CO_2 und H_2O) gewichtsmäßig festgestellt werden. Bei dem nicht unerheblichen Gewicht der Absorptionsgefäße und ihres Inhalts und dem verhältnismäßig geringen Gewicht der Reaktionsprodukte würden sich bei beschleunigter Arbeit, wie sie hier erforderlich wäre, zu große Fehler ergeben. Überdies kann man während des Unterrichts keine genauen Wägungen ausführen.

¹ P. RISCHBIETH: Über Methoden der organischen Chemie im Arbeitsunterricht der höheren Schulen. Unterrichtsblätter für Math. und Naturwiss. 1931, Heft 10.

Der Gedanke einer volumetrischen Messung aber ist anscheinend bisher nicht erwogen worden, vermutlich weil er höchstens für die Ermittlung des Kohlenstoffgehalts Erfolg versprach und vielleicht auch, weil bei der CO_2 -Messung wegen der Löslichkeit des Gases in Wasser Schwierigkeiten zu erwarten waren. Daß im übrigen sich volumetrische Analysen, besonders gasvolumetrische Bestimmungen, für Unterricht und Übungen in hohem Maße eignen, ist besonders durch die Arbeiten von RISCHEITH bewiesen worden.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit¹ habe ich nun zu zeigen versucht, daß eine Anzahl methodisch wichtiger Unterrichtsversuche, besonders solche mit wasserlöslichen Gasen, schnell, bequem und genau ausgeführt werden können, wenn man statt der sonst zur Abmessung der Gase üblichen Büretten (nach BUNTE-RISCHEITH) Glasspritzen mit eingeschlifftem Kolben von 50 bis 200 ccm Inhalt, sog. Kolbenprober, verwendet. Ihr Vorteil liegt außer in der Bequemlichkeit der Anwendung sowie der Möglichkeit schneller Trocknung und Reinigung hauptsächlich in der Vermeidung des Sperrwassers, was a. a. O. auseinandergesetzt ist. Da die Versuche wegen der Vermeidung von Wägungen wenig Zeit erfordern, eignen sich die Apparate besonders für die Verwendung in den Schülerübungen, um so mehr, als sie billiger sind als Büretten. Diese für chemische Versuche bisher niemals benutzten Meßgefäße erwiesen sich nun als besonders geeignet für die quantitative Verbrennung von Gasen, z. B. Kohlenwasserstoffen. Unter Umständen kann man auch das dabei entstehende Wasser volumetrisch bestimmen, indem man den Kolbenprober mit den Reaktionsprodukten CO_2 und H_2O verschlossen in einen elektrisch bis 150° heizbaren Wärmeschrank bringt und das Volumen etwa bei 105° abliest². Indessen ergab es sich, daß diese Methode der Wasserbestimmung unnötig ist, wenn es sich um die Ermittlung des Wasserstoffgehalts der Verbindung handelt. Vielmehr kommt man wesentlich bequemer zum Ziele, wenn man statt der entstandenen Wassermenge den zu ihrer Bildung erforderlichen Sauerstoffverbrauch bestimmt. Dies ist ohne weiteres möglich, weil durch die Oxydation des Kohlenstoffs das Volumen nicht geändert wird. Damit sind aber die Grundlagen einer volumetrischen Elementaranalyse gegeben, und zwar auch für Substanzen, die außer Kohlenstoff und Wasserstoff noch Sauerstoff enthalten. Die Bestimmung des entstehenden Wasserdampfolumens ist nur noch nötig bei dem HOFMANNschen Versuch $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$, weil hierbei nichts anderes als Wasser entsteht, und weil man diesen Versuch weniger als Beweis für die Zusammensetzung des Wassers gebraucht, als vielmehr zur Ableitung der AVOGADROSchen Regel. Bei Verbrennungsanalysen zum Zwecke der Bestimmung der prozentischen Zusammensetzung ist jetzt nur noch eine Wägung auszuführen, alles andere sind Volumenmessungen. Da nämlich 22,4 ccm Sauerstoff im Normalzustand 4 mg Wasserstoff oxydieren können, so erhält man das Gewicht des in der abgewogenen Substanzmenge vorhandenen Wasserstoffs, soweit er bei der Oxydation äußeren Sauerstoff verbraucht, durch Multiplikation dieser verbrauchten Menge mit $\frac{4}{22,4}$ oder Division durch 5,6. Freilich ist dies, falls das Molekül Sauerstoff enthält, nicht der ganze Wasserstoff, sondern die um den 8. Teil des im Molekül vorhandenen Sauerstoffs verminderte Gewichtsmenge $\left(\text{H} - \frac{0}{8}\right)$. Da sich aber der Kohlenstoffgehalt der verbrannten Substanzmenge aus der gebildeten, durch Absorption gemessenen CO_2 -Menge ermitteln läßt (CO_2 -Menge mal 12:22,4 oder CO_2 -Menge : 1,867), so kann man durch Subtraktion der Summe von C und $\text{H} - \frac{0}{8}$ von der ursprünglichen Substanzmenge den Gehalt des Moleküls an H_2O ermitteln und erhält so die Formel der

¹ MAX SCHMIDT: Der Kolbenprober. Ein neuer Unterrichtsapparat und seine Verwendung für messende physikalische und chemische Versuche. Naturwiss. Monatshefte 1931, Heft 3.

² Über diese Versuche wird demnächst an anderer Stelle berichtet werden.

Verbindung. Der Unterschied dieses Verfahrens von der bisher üblichen Methode besteht also darin, daß nicht wie bisher der Sauerstoff-, sondern der H_2O -Gehalt der Verbindung durch Differenz bestimmt wird. Weiteres soll unten unter Anführung von Beispielen auseinandergesetzt werden, insbesondere auch die Art der Analysenberechnung im Falle der Volumzunahme nach der Verbrennung.

Der Weg von der theoretischen Erwägung dieser Methode bis zu ihrer praktischen Durchführung war allerdings weiter, als es zunächst den Anschein hatte. Nötig ist außer der Wägung der zu verbrennenden Substanzmenge erstens die Messung der Volumänderung nach erfolgter Verbrennung, zweitens die Bestimmung der entstandenen CO_2 -Menge durch Volummessung des Gasrestes nach Absorption in KOH . Die Verwendung von Oxydationsmitteln wie Kupferoxyd oder Bleichromat bei der Verbrennung ist selbstverständlich bei dieser Methode nicht angängig. Es mußte also Vorsorge getroffen werden, daß die Substanz vollständig zu CO_2 und H_2O verbrennt und nicht etwa Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe oder andere unvollständig verbrannte Zersetzungsprodukte entstehen. Ferner darf bis zur Volummessung nach erfolgter Verbrennung keine Spur CO_2 etwa durch Lösung im Sperrwasser verloren gehen bzw. sich der Messung entziehen.

Daß die erste Forderung der vollständigen Verbrennung nur mit Sauerstoff erfüllbar ist, hat schon DENNSTEDT¹ gezeigt. Nach seinen Vorschlägen kann auch hier die Verbrennung in überschüssigem Sauerstoff an glühendem Platin vorgenommen werden, nur daß statt des von ihm empfohlenen Platinsterns ein

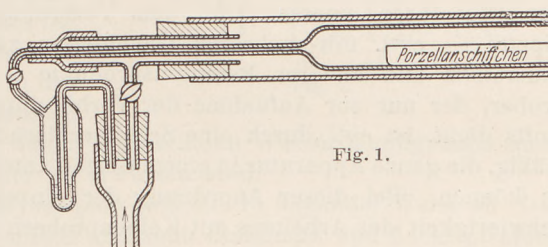


Fig. 1.

feines Platindrahtnetz (Gewicht nur 1,6 g) zur Verwendung gelangte. DENNSTEDT empfiehlt die Teilung des Sauerstoffstromes in einen Vergasungs- und Verbrennungsstrom, damit mit Sicherheit alle entstehenden Produkte am Platin verbrannt werden. Es kann sonst vorkommen, daß infolge reichlicher Entstehung von Zersetzungsprodukten über dem glühenden Platin Sauerstoffmangel vorhanden ist, so daß sich die Zersetzungsprodukte hinter dem Platin an den kälteren Teilen des Verbrennungsrohres absetzen oder gar in die Rohrleitungen übergehen, wodurch die Analyse unbrauchbar wird. Die Teilung des Sauerstoffstromes erfolgt in der aus der Fig. 1 ersichtlichen Weise. Die Substanz befindet sich im Porzellanschiffchen in einem besonderen Einsatzrohr, durch welches der Vergasungsstrom streicht. Erst beim Austritt aus dem Einsatzrohr, dessen Geschwindigkeit durch einen Hahn geregelt werden kann, kommen die Dämpfe mit dem überschüssigen Sauerstoff des Verbrennungsstromes zusammen und streichen dann über das glühende Platin. Bei unserer Methode hat sich dagegen der Durchgang unverbrannter Zersetzungsprodukte durch das Platindrahtnetz nicht als irgendwie schädlich erwiesen, wenn man nur ihren Eintritt in die Rohrleitungen durch zwei vorgelegte Asbestpfropfen verhindert. Man kann nämlich, da irgendwelche Trockenrohre und Absorptionsgefäße zunächst nicht eingeschaltet sind, das Gasgemisch beliebig oft in beiden Richtungen durch das Verbrennungsrohr treiben und so mit Sicherheit in etwa 20 Minuten vollständige Verbrennung erzielen. Die DENNSTEDTSche Einrichtung der Teilung des Sauerstoffstromes hat sich bisher als entbehrlich erwiesen. Für den Fall, daß sich in Zukunft bei irgend einer Substanz Schwierigkeiten bezüglich der Verbrennung ergeben sollten, steht selbstverständlich nichts im Wege, dieses Verfahren anzuwenden und dann trotzdem den Vorteil des Sauerstoffdurchtritts in beiden Richtungen auszunutzen.

Wegen der zweiten Notwendigkeit — Verhinderung jeglicher CO_2 -Absorption von erfolgter Verbrennung bis zur Messung der Volumänderung — ist die Verwendung

¹ Vgl. L. GATTERMANN: Die Praxis des organischen Chemikers. Berlin 1925.

von Gasbüretten mit Sperrwasser unmöglich. Auch Kochsalzlösung absorbiert immer noch $\frac{1}{3}$ ihres Volumens CO_2 , ist also ebenfalls als Bürettenflüssigkeit ungeeignet. Dagegen wäre die Verwendung von Gasbüretten mit Quecksilberfüllung für wissenschaftliche Analysen möglich. Für Unterrichtsversuche empfiehlt sie sich nicht. Man braucht Büretten von 200 ccm Fassungsraum. Die Füllung wäre nicht billig, auch ist bekanntermaßen das Arbeiten mit Quecksilber nicht sehr bequem. So bieten also auch hier die Kolbenprober einen erwünschten Ausweg. Der Schliff der Kolben kann in einer solchen Vollendung hergestellt werden, daß die Dichtigkeit, zumal nach Schmierung, allen Anforderungen, nach den bisherigen Versuchen selbst für wissenschaftliche Analysen, genügt. Übrigens ist es sehr gut möglich, in die Kolben etwas Quecksilber zu bringen, man muß dann nur mit senkrecht gestellten Kolbenprobern arbeiten (Fig. 3). Für Unterrichtsversuche hat sich bisher die Verwendung gut geschmierter Kolbenprober als vollkommen ausreichend erwiesen.

Zum Aufbau einer handlichen Apparatur ist es erforderlich, zwei Kolbenprober von je 200 ccm Fassungsraum (oder je einen von 200 und 100 ccm) durch ein System von Glasröhren einerseits mit dem Verbrennungsrohr, andererseits mit einer Kalipipette — evtl. mit mehreren Gaspipetten zur Absorption und Messung des Restsauerstoffs und anderer Reaktionsprodukte — zu verbinden. Der zweite Kolbenprober, der nur zur Aufnahme der Verbrennungsgase und des überschüssigen Sauerstoffs dient, ist evtl. durch eine Scheiblerblase zu ersetzen. Es erwies sich als zweckmäßig, die ganze Apparatur in einem Gestell unterzubringen, um bequemer damit arbeiten zu können. Bei dieser Anordnung der einzelnen Apparateile war es möglich, eine Schwierigkeit des Arbeitens mit Kolbenprobern zu beheben, welche bei den bisherigen gasanalytischen Versuchen zu kleinen Ablesefehlern Veranlassung gab, die für genaue analytische Bestimmungen immerhin erheblich ins Gewicht fallen würden. Wegen der großen Kolbenreibung bei guter Schmierung ist es nämlich schwierig, vor der Ablesung der Gasvolumina den äußeren Luftdruck herzustellen. Deshalb ist nunmehr an einer Stelle der Rohrleitung ein Manometer-U-Rohr durch Dreiwegehahn anschließbar, welches mit gefärbtem Wasser gefüllt ist, und an dem vor der Ablesung der Druck kontrolliert werden kann. Auf dem Kolben wird ein Nonius angebracht, so daß Zehntel Kubikzentimeter abgelesen werden können. An einer anderen Stelle der Rohrleitung befindet sich ein Thermometer, an dem Anfangs- und Endtemperatur abgelesen werden. Selbstverständlich ist es, um unnötige Rechnung zu vermeiden, erwünscht, alle Ablesungen bei derselben Temperatur vorzunehmen. Wenn aber die Abkühlung nach der Verbrennung zu lange dauert, kann man auch, unter Berücksichtigung des Inhalts der Rohrleitungen mit dem bei höherer Temperatur abgelesenen Restvolumen rechnen. Die Rohre bilden eine Kreisleitung, so daß es möglich ist, nach Durchtritt des im ersten Kolbenprober abgemessenen Sauerstoffquantums durch das Verbrennungsrohr in den zweiten Kolbenprober entweder das Gasgemisch auf gleichem Wege in umgekehrter Richtung zurückzusaugen oder aber es auf anderem Wege in den Kolbenprober I zurückzubringen, so daß der Sauerstoffstrom zunächst in der gleichen Richtung durch das Verbrennungsrohr streicht. Diese Möglichkeit ist von Bedeutung zur Erzielung einer schnellen und vollständigen Verbrennung. Zu erwähnen ist noch, daß ein freier, durch Dreiwegehahn anschließbarer Seitenast der Kreisleitung die Füllung des Apparats mit Sauerstoff in bequemer Weise ermöglicht. Den Aufbau der Apparatur zeigt die schematische Zeichnung Fig. 2 und die photographische Aufnahme Fig. 3. Hier sind die Kolbenprober senkrecht angeordnet, um die Verwendung von Quecksilber zu ermöglichen. Sie sind evtl. durch Quecksilberbüretten ersetzbar. Das Verbrennungsrohr befindet sich in Höhe der Flamme der üblichen Brenner in einem Eisengestell auf der oberen Plattform des Apparats. Man verwendet Bunsenbrenner mit Schlitz- oder besonderem Flammrohrsaufsatz. Das Verbrennungsrohr kann mit Dächern abgedeckt werden, um eine höhere und gleichmäßigere Temperatur zu erzielen. Am Orte des Platindrahtnetzes hat das eine Dach

ein Glimmerfenster. Außer der Kalipipette sind 2 weitere Gaspipetten vorgesehen, um nötigenfalls das Volumen des Restsauerstoffs oder anderer Gase bestimmen zu können. Ursprünglich war an der Seite des Apparats, unmittelbar hinter dem Verbrennungsrohr, eine Schwefelsäurepipette angebracht, um vor und nach der Verbrennung mit trockenen Gasen arbeiten zu können. Dies hat sich aber als unzumutbar, weil zeitraubend, herausgestellt. Auch wäre es nötig, bei der Trocknung nach der Verbrennung Schwefelsäure zu vermeiden und statt dessen Chlorcalcium zu verwenden, um Lösung von CO_2 auszuschließen. Man arbeitet besser mit wasserdampfgesättigten Gasen. Um sicher zu sein, daß der zur Füllung des Apparats benutzte Sauerstoff dampfgesättigt ist, leitet man ihn zuvor durch warmes Wasser. Nach der Verbrennung wird das Gasgemisch ohnehin gesättigt sein wegen des bei der Verbrennung stets entstehenden Wassers. Übrigens sind die Röhren des Apparats in der Regel noch feucht von der vorigen Analyse her, so daß Fehler der Volummessung wegen wechselnden Wasserdampfgehalts auch ohne besondere Vorsichtsmaßregeln kaum zu erwarten sind.

Der Vorgang der Verbrennungsanalyse spielt sich nun in folgender Weise ab. Das Verbrennungsrohr wird zunächst abgenommen und samt Platinnetz und Asbestpfropfen im Sauerstoffstrom ausgeglüht. Nach erfolgter Abkühlung bringt man das Schiffchen mit der abgewogenen Substanzmenge — in der Regel 50 bis 100 mg — in das Rohr, einige Zentimeter von den außen liegenden Asbestpfropfen sowie vom Platin entfernt. Nachdem das Rohr wieder eingesetzt ist, füllt man den ganzen Apparat mit feuchtem Sauerstoff aus der Stahlflasche, spült alle Leitungen mit Sauerstoff durch und füllt von neuem wieder auf. Hierauf wird nach Anschaltung des Manometers und Einstellung des äußeren Druckes die Stellung des Kolbens abgelesen und darauf das Gas mehrfach durch die Leitungen in den zweiten bisher leeren Kolbenprober und wieder zurückgetrieben, um den Apparat auf Dichtigkeit zu prüfen. Verwendet man statt des zweiten Kolbenprobers eine Scheiblerblase, so muß geprüft werden, ob es gelingt, alles Gas aus ihr herauszusaugen, ohne daß die Stellung des Kolbens sich ändert. Hierauf wird zuerst das Platin geheizt. Danach fängt man an, die Substanz im Schiffchen vorsichtig zu erhitzen und leitet durch Hineindrücken des Kolbens bzw. Bewegung beider Kolben langsam Sauerstoff durch das Verbrennungsrohr. Die Dämpfe der Substanz entzünden sich dann und verbrennen am lebhaft glühenden Platin. Meistens gehen jedoch unverbrannte Zersetzungsprodukte durch das Platinnetz hindurch und setzen sich dahinter an der Glaswand ab. Dies ist jedoch gleichgültig, weil sie nicht durch den kalten Asbestpfropfen hindurchkommen und später durch Umkehrung des Sauerstoffstromes mit Leichtigkeit verbrannt werden können. Nachdem aller Sauerstoff zusammen mit den gasförmigen Verbrennungsprodukten in den zweiten Kolbenprober bzw. in die Scheiblerblase gedrückt ist,

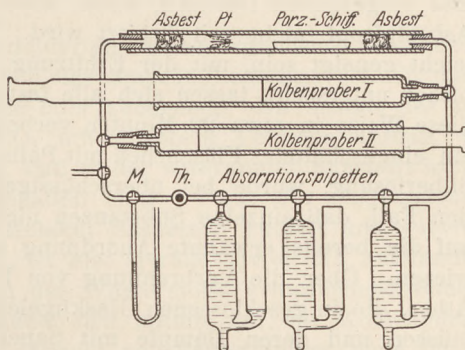


Fig. 2.

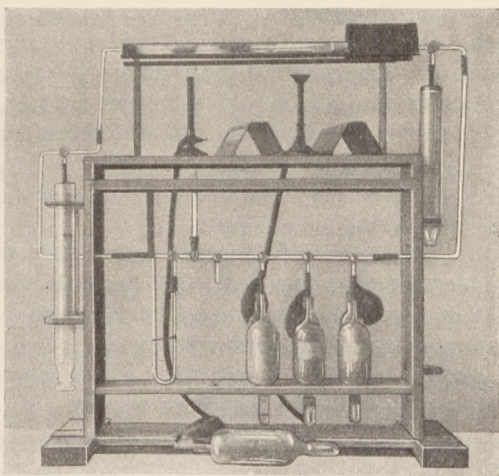


Fig. 3.

des Kolbens sich ändert. Hierauf wird zuerst das Platin geheizt. Danach fängt man an, die Substanz im Schiffchen vorsichtig zu erhitzen und leitet durch Hineindrücken des Kolbens bzw. Bewegung beider Kolben langsam Sauerstoff durch das Verbrennungsrohr. Die Dämpfe der Substanz entzünden sich dann und verbrennen am lebhaft glühenden Platin. Meistens gehen jedoch unverbrannte Zersetzungsprodukte durch das Platinnetz hindurch und setzen sich dahinter an der Glaswand ab. Dies ist jedoch gleichgültig, weil sie nicht durch den kalten Asbestpfropfen hindurchkommen und später durch Umkehrung des Sauerstoffstromes mit Leichtigkeit verbrannt werden können. Nachdem aller Sauerstoff zusammen mit den gasförmigen Verbrennungsprodukten in den zweiten Kolbenprober bzw. in die Scheiblerblase gedrückt ist,

kann man durch entsprechende Umstellung der Hähne das Gasgemisch in den Kolbenprober I zurückbringen oder auf direktem Wege zurücksaugen, nachdem man die vorher durchgegangenen Destillationsprodukte an der Glaswand und am Asbestpfropfen erhitzt hat. Das Hin- und Herleiten kann man unter entsprechender Verschiebung der Heizflamme beliebig oft vornehmen, schließlich mit mehreren Brennern und aufgesetzten Dächern, wobei aber immer Sorge zu tragen ist, daß der distale Asbestpfropf nicht mit erhitzt wird. Wer zuerst mit dem Apparat arbeitet, wird leicht geneigt sein, mit der Erhitzung aufzuhören, bevor alles verbrannt ist. Soweit bisher untersucht, lassen sich alle festen organischen Verbindungen aus C, H, O auf diese Weise in etwa 20 Minuten verbrennen. Entstehung von CO, nachweisbar durch ein eingeschaltetes Fläschchen mit Palladiumchlorür- oder erwärmter ammoniakalischer Silberlösung, wurde bei überschüssigem Sauerstoff bisher niemals festgestellt. Für den Fall, daß einzelne Substanzen nicht vollständig verbrannt werden könnten, wird auf die bereits erwähnte Anordnung des Verbrennungsrohres nach DENNSTEDT verwiesen. Über die Verbrennung von Flüssigkeiten, insbesondere leichtsiedenden wie Äther, die in geschlossenen Glaskügelchen mit ausgezogener Spitze abgewogen werden müssen und deren Dämpfe mit Sauerstoff hochexplosible Gemische bilden, soll in einem besonderen Aufsätze berichtet werden. Nach vollständiger Verbrennung, Abkühlung und Temperatenausgleich wird der Stand des Kolbens abgelesen. Darauf wird das Gasgemisch durch mehrfaches Einleiten in die Kalipipette bis zur Volumkonstanz von der Kohlensäure befreit und wiederum der Kolbenstand abgelesen. Der Gasrest muß überschüssiger Sauerstoff sein, was sich durch sein Einleiten in eine mit Pyrogallol-Kalilauge gefüllte Gaspipette kontrollieren läßt. Vor dem Einleiten in diese Pipette muß man das Gasvolumen durch Einsaugen einer bestimmten Menge Luft vermehren.

Als Beispiel seien die folgenden Analysenresultate gegeben:

1. Es wurden verbrannt 50 mg einer organischen Verbindung, die aus C, H und O besteht. Nach der Verbrennung zeigte sich eine Kontraktion des Gasvolumens um 5,8 ccm, nach der CO₂-Absorption eine weitere Kontraktion um 65,6 ccm. Die Temperatur bei der Ablesung war 14,5°, der Barometerstand 750 mm. Der Dampfdruck des Wassers bei der Ablesetemperatur ist 12,3 mm. Die reduzierten Volumina sind demnach Kontraktion I für H — $\frac{0}{8}$: 5,35 ccm und Kontraktion II (CO₂-Produktion) : 61 ccm.

Aus KI = 5,35 ccm ergibt sich die oxydierte Wasserstoffmenge zu 5,35:5,6 oder 0,95 mg, aus K II = 61 ccm die verbrannte Kohlenstoffmenge zu 61:1,867 oder 32,64 mg. Die Summe beider Mengen ist 33,59 mg. Dies von der verbrannten Substanzmenge 50 mg subtrahiert, ergibt 16,41 mg H₂O. Um das Verhältnis der Gewichtsmengen von H, C und H₂O zu erhalten, müssen die Zahlen durch die Atom- bzw. Molekulargewichte dividiert werden.

Wir haben also:

$$C: 32,64 : 12 = 2,72$$

$$H - \frac{0}{8} : 0,95 : 1 = 0,95$$

$$H_2O: 16,41 : 18 = 0,91.$$

Diese Zahlen verhalten sich wie 3:1,04:1, also annähernd wie 3:1:1. Demnach ist die Formel der untersuchten Verbindung C₃H₁(H₂O)₁ oder C₃H₃O bzw. ein Vielfaches davon. Es handelte sich um Hydrochinon C₆H₆O₂. Fehler der Analyse für C: 1%, für H — $\frac{0}{8}$: 0,11%.

2. Während einer zweistündigen Schülerübung wurden verbrannt: 100 mg Traubenzucker.

Kontraktion nach erfolgter Verbrennung: 0,8 ccm.

Absorbierte CO₂-Menge: 78 ccm, reduziert 71 ccm.

Sieht man von der geringen Volumenkontraktion nach der Verbrennung ab, so ergibt sich als Gewicht des verbrannten Kohlenstoffs 71 : 1,867 oder 38 mg. Die Differenz $100 - 38 = 62$ mg ist wieder H_2O . $38 : 12 = 3,2$; $62 : 18 = 3,4$. $3,2 : 3,4$ oder $1 : 1,06$, genähert $1 : 1$ ist das Verhältnis von $\text{C} : \text{H}_2\text{O}$ im Molekül der verbrannten Substanz. Die Zusammensetzung ist mithin CH_2O oder ein Vielfaches davon. Analysenfehler für C : 2%, für $\text{H} - \frac{0}{8} : 0,8\%$.

Verbrennt man in der vorstehend geschilderten Weise organische Substanzen in einer abgemessenen Sauerstoffmenge, so kann das ursprüngliche Gasvolumen nach erfolgter Verbrennung abnehmen, gleichbleiben oder zunehmen. Da anstatt des zur Oxydation von C verbrauchten Sauerstoffs CO_2 mit gleichem Volumen auftritt, so kann man — immer unter der Voraussetzung, daß in der verbrannten Substanz keine anderen Elemente als C , H und evtl. O enthalten sind — aus der eingetretenen Volumänderung den Schluß ziehen, ob das Molekül Sauerstoff enthält und wieviel. Bleibt das Volumen gleich, wie im Beispiel 2, ist also gerade soviel CO_2 entstanden wie O_2 verbraucht, so war der zur Oxydation des Wasserstoffs erforderliche Sauerstoff bereits im Molekül vorhanden; es handelt sich mithin um ein Kohlehydrat. Das Maximum des Sauerstoffverbrauchs wird erreicht von Verbindungen ohne Sauerstoff, also Kohlenwasserstoffen. Bei geringerem Sauerstoffverbrauch liegen zwar noch sauerstoffhaltige Verbindungen vor, doch reicht der im Molekül vorhandene Sauerstoff nicht zur Oxydation des Wasserstoffs aus (Beispiel 1). Ist dagegen im Molekül mehr Sauerstoff vorhanden als zur Oxydation des Sauerstoffs erforderlich ist, so nimmt das Volumen bei der Verbrennung zu, weil ein Teil des vorher gebundenen Sauerstoffs jetzt als CO_2 auftritt, während der Rest dieses Sauerstoffs als H_2O verschwindet. Ein vierter Fall würde vorliegen, wenn der gebundene Sauerstoff ausreicht, C und H zu oxydieren, also ein Verbrauch äußeren Sauerstoffs überhaupt nicht stattfindet. Jetzt tritt maximale Volumzunahme durch CO_2 -Produktion ein. Es handelt sich dabei um Explosivstoffe, ein Fall, der bei den Unterrichtsversuchen und auch sonst meistens ausscheidet, schon deshalb, weil derartige Verbindungen in der Regel stickstoffhaltig sind. Dagegen sei noch ein Beispiel der Analysenberechnung im Falle 3 (Volumzunahme nach der Verbrennung) gegeben.

Verbrannt wurden 100 mg wasserhaltige Oxalsäure in Luft. Es erfolgte eine Volumzunahme von 26,67 ccm reduziert; die entstandene CO_2 -Menge betrug 36 ccm. Für die Berechnung sind nun 2 Methoden möglich. Die Volumzunahme besteht aus einem Teile der insgesamt entstandenen Kohlensäure. Diesen Teil berechnet man gewichtsmäßig aus dem gemessenen und reduzierten Volumen 26,67 ccm. Es sind hier 52,4 mg. Außer dieser Kohlensäure sind noch weitere $36 - 26,67 = 9,33$ ccm entstanden. Diese enthalten $9,33 : 1,867 = 5$ mg Kohlenstoff. Die Summe von 52,4 mg CO_2 und 5 mg C ergibt 57,4 mg. Die Differenz von der ursprünglichen Substanzmenge $100 - 57,4 = 42,6$ mg ist H_2O . Hieraus kann man das Mengenverhältnis an CO_2 , C und H_2O im Molekül der untersuchten Substanz ermitteln. Indessen kann man etwas bequemer und didaktisch wohl richtiger zum Ziele kommen, wenn man die Volumzunahme als Sauerstoff rechnet ($\text{CO}_2 = \text{O}_2$) und den gesamten Kohlenstoffgehalt der Verbindung aus der gemessenen CO_2 -Menge bestimmt.

Volumzunahme	26,67 ccm,	entsprechend	38,1 mg O
CO_2 -Menge	36 ccm.	„	19,3 mg C
			— 57,4 mg
			+ 100
			42,6 mg H_2O
			$\text{O} : 38,1 : 16 = 2,4 \dots 3$
			$\text{C} : 19,3 : 12 = 1,6 \dots 2$
			$\text{H}_2\text{O} : 42,6 : 18 = 2,37 \dots 2,96$

Das Verhältnis ist mit guter Annäherung $3 : 2 : 3$. Mithin ist die Formel: $\text{C}_2(\text{H}_2\text{O})_3\text{O}_3$ oder $\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. Der Analysenfehler beträgt für C : 0,25%, für O : 0%.

Man sieht also, daß die Genauigkeit der Analyseergebnisse für Unterrichtserfordernisse vollkommen ausreicht. Hierfür liegen als Beweise die Resultate einer weiteren Anzahl von Analysen vor, die z. T. auch von Schülern ausgeführt wurden. Daß zunächst eine gewisse Einarbeitung mit dem Apparat erforderlich ist, bedarf für den Praktiker kaum der Erwähnung, doch sind experimentelle Schwierigkeiten kaum vorhanden und auf jeden Fall weit geringer als bei der bisher üblichen Art der organischen Elementaranalyse.

Erwünscht wäre noch die Ausdehnung der Methode auf die Analyse stickstoff-, schwefel- und halogenhaltiger Verbindungen. Besonders die beschleunigte Analyse der ersteren, z. B. von Harnstoff, Anilin, Nitrobenzol u. a., wäre für den Unterricht von großer Bedeutung. Die Bestimmung des Stickstoffs allein ist nach meinen vorläufig nur orientierenden Versuchen quantitativ voraussichtlich mit der gleichen Apparatur, aber im übrigen nach der bisher üblichen Methode (Verbrennung der Substanz mit Kupferoxyd in CO_2 und volumetrische Messung des freigewordenen Stickstoffs) unschwer auszuführen. Ob die Stickstoffbestimmung neben den übrigen Elementen Erfolg verspricht, müssen weitere Untersuchungen entscheiden. Diese, sowie die weitere Ausarbeitung der Methode für wissenschaftliche Zwecke, evtl. in kleinerem Maßstabe als Mikroanalyse und dann unter Verwendung kleiner Quecksilber-Gasbüretten, mußten vorläufig der herrschenden Verhältnisse wegen abgebrochen werden.

Zum Schlusse sei noch auf bequeme und schnelle Methoden zur Bestimmung des Molekulargewichts hingewiesen. In der oben erwähnten Arbeit (S. 2, Anm. 1) ist eine neue Art der Dampfdichtebestimmung durch direkte Messung des Dampfolumens im Kolbenprober beschrieben. Sie ist anwendbar für Substanzen, die unzersetzt unter 150° sieden. Der Kolbenprober, in dem sich die abgewogene Substanzmenge in einem kleinen Fläschchen mit Glasstöpsel befindet, wird in einem Heizbade (meistens Wasser) oder in einem elektrisch heizbaren Schrank auf einige Grade über den Siedepunkt der Substanz erhitzt. Der Heizschrank wird neuerdings so eingerichtet, daß die Kolbenprober auch von unten her mit der Mündung nach oben eingesetzt werden können, damit man nötigenfalls auf den Kolben Quecksilber bringen kann. Die Heizung erfolgt von den Seitenwänden her, wodurch auch eine gleichmäßigere Temperaturverteilung erzielt wird. Im allgemeinen ist es jedoch ausreichend, die Kolbenprober von oben her einzuhängen und damit auf die Quecksilberdichtung zu verzichten, was das Arbeiten beschleunigt und erleichtert.

Muß man das Molekulargewicht nach anderen Methoden bestimmen, so arbeitet man am besten nach RAST mit Messung der Schmelzpunkterniedrigung. Es gibt eine Anzahl Substanzen von passendem Schmelzpunkt, die als Lösungsmittel für organische Verbindungen geeignet sind. Die Lösungen in diesen Stoffen zeigen eine so hohe Schmelzpunkterniedrigung, daß diese mit ausreichender Genauigkeit mit gewöhnlichen Thermometern bestimmt werden kann. In der folgenden Tabelle sind solche Substanzen im Vergleich mit Wasser mit ihren Schmelzpunkten sowie der Schmelzpunkterniedrigung bei Lösung von 1 Mol in 100 g aufgeführt:

	Schmelzpunkt	Erniedrigung (1 Mol in 100 g)
Wasser	0°	19°
Eisessig	$16,5^\circ$	39°
Benzol	6°	53°
Phenol	$39,6^\circ$	75°
Naphthalin	80°	69°
Kampfer	175°	400°

Für die Bestimmung des Schmelzpunktes ist es nicht erforderlich, das Thermometer in die Substanz selbst einzutauchen. Vielmehr genügt es, die Substanz in einem Schmelzröhrchen zusammen mit dem Thermometer (durch Gummiband verbunden) im Heizbade zu erhitzen. Für Kampfer nimmt man als Heizflüssigkeit Schwefelsäure. Als

Schmelzpunkt gilt diejenige Temperatur, bei welcher die letzten Reste des festen Stoffes verschwinden. Namentlich bei Kampfer ist dieser Zeitpunkt vortrefflich zu beobachten. Selbstverständlich muß auch der Schmelzpunkt des verwendeten Lösungs-

mittels jedesmal bestimmt werden. Ist dies geschehen, so stellt man durch Zusammen-schmelzen abgewogener Mengen eine klare Schmelze her und bestimmt von einer Probe derselben ebenfalls den Schmelzpunkt. Schwierigkeiten können sich höchstens durch Wahl eines ungeeigneten Lösungsmittels ergeben. Zu beachten ist nur, daß einige organische Substanzen, besonders hydroxylhaltige, in manchen Lösungsmitteln Polymerisationsprodukte von doppeltem oder noch höherem Molekulargewicht ergeben. In diesem Falle müssen mehrere Bestimmungen in verschiedenen Lösungsmitteln ausgeführt werden.

Bei einigem experimentellen Geschick gelingt es nach den vorstehend entwickelten Methoden der Analyse und Molekulargewichtsbestimmung, in 2 Übungsstunden den Nachweis für die Zusammensetzung einer organischen Verbindung aus C, H und O experimentell zu führen. Es ist zu hoffen, daß hierdurch ein wesentlicher Fortschritt in der Methodik des chemischen Unterrichts erreicht ist. Überdies besteht die hohe Wahrscheinlichkeit, daß das neue Verfahren, evtl. wie oben angedeutet in apparat-technisch etwas modifizierter Form, auch für die sonstige chemische Praxis noch eine Rolle spielen wird. — Bei der ersten Zusammenstellung des Apparats erfreute ich mich der Mitarbeit von Herrn Dipl.-Ing. S. HELLMANN, der damals bei der chemischen Untersuchung von Brennstoffen von ähnlichen Gedankengängen ausging¹.

Kleine Mitteilungen.

Zur Veranschaulichung des psychophysischen Grundgesetzes.

Von Prof. Dr. A. Gatterer in Innsbruck.

In der psychologischen Literatur findet sich eine stattliche Reihe von Versuchen, die dem Beweise und der Veranschaulichung des Gesetzes von WEBER und FECHNER dienen sollen. So gibt z. B. R. PAULI² ein Verfahren zur Bestimmung gleichwertig erscheinender Reize und Reizunterschiede, an anderer Stelle³ wird die MOSSONSche Scheibe empfohlen, um die Unterschiedschwelle zu finden, auch TITCHENER gibt in seinem bekannten Werke⁴ eine große Zahl von Anweisungen zu demselben Zwecke. Bei EBBINGHAUS⁵ findet man als Beigabe zu seinen klaren Ausführungen eine Tafel mit zwei Grauskalen. Die eine derselben zeigt ungleiche Empfindungsstufen, während die physikalischen Lichter derselben, wie uns versichert wird, immer um denselben Betrag, also in arithmetischer Reihe wachsen, die zweite Reihe weckt gleich abgestufte Empfindungen, während ungleiche Reizstufen zugrunde liegen sollen. Alle diese Versuche und besonders auch die letzte Illustration sind gewiß sehr lehrreich, und doch bedürfte es selbst da ziemlich umständlicher Untersuchungen und Messungen, um den Nachweis zu führen, daß die Reize im ersten Falle eine arithmetische und im zweiten eine geometrische Reihe bilden. Eine vollkommene Veranschaulichung des Gesetzes müßte sozusagen mit einem Blick den Zusammenhang zwischen der Stufenreihe der Empfindungen und den Intensitätsstufen der ihnen zugrunde liegenden physikalischen Reize aufzeigen. Im folgenden soll eine Methode beschrieben werden, die der gestellten Forderung weitgehend entspricht und, soweit wenigstens dem Verfasser bekannt ist, noch nirgends veröffentlicht ist. Zur Verwendung gelangen schon zwei allbekannte Lehrmittel, ein schnell rotierender Zylinder und eine rotierende Scheibe. Die Gültigkeit des TALBOTSchen Gesetzes wird vorausgesetzt. Gezeigt werden soll: Wenn die Reizstärken linear, also in arithmetischer Reihe zunehmen, so wachsen die zugehörigen

¹ Die benutzten Apparate sind zu beziehen durch die Firma A. Dargatz, Hamburg 1, Pferdemarkt 66.

² R. PAULI: Psychologisches Praktikum, S. 26f. Jena: Fischer 1919.

³ W. E. PAULI u. R. PAULI: Physiologische Optik, S. 52. Jena: Fischer 1918.

⁴ E. BR. TITCHENER: Experimental Psychology. 2, 29f. New York 1909.

⁵ H. EBBINGHAUS: Grundzüge der Psychologie, 4. Aufl., S. 540, herausgeg. v. K. BÜHLER Leipzig: Veit 1919.

Empfindungsstärken langsamer, nur mit dem Logarithmus der Reize, bzw. die Umkehrung: Wachsen die Empfindungsstärken in arithmetischer Reihe, so wachsen die zugeordneten Reizstärken schneller, d. h. in geometrischer Reihe. Die klarste und einfachste Veranschaulichung dieser beiden Sätze ermöglicht der rotierende Zylinder.

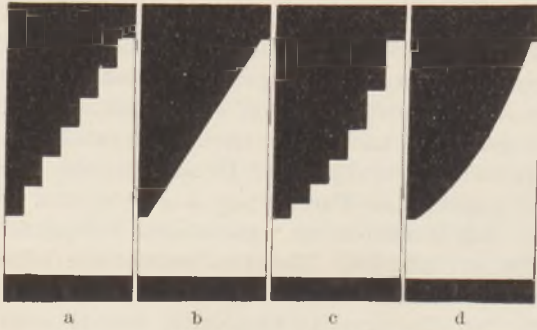
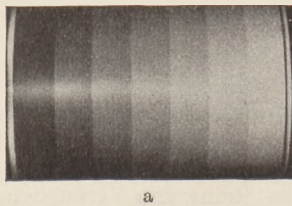
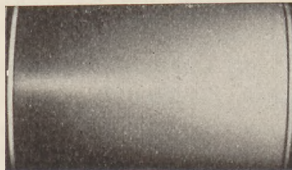


Fig. 1.

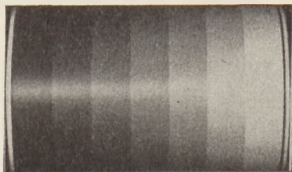
Die Mantelbelege des Zylinders werden zweckmäßig nach Fig. 1 angefertigt. Es handelt sich hierbei stets um die Überbrückung derselben Reizdifferenz durch gleichviele Mittelstufen. Der Anfangstreifen enthält 6 cm, der Endstreifen 24 cm Weiß. In 1a wachsen die Zwischenstufen immer um denselben Betrag, bilden also eine arithmetische Reihe mit der Differenz 3 cm. Die oberen bzw. unteren Kanten der Treppe liegen in einer Geraden, deren Gleichung offenbar $y = 6 + 3x$ ist, wenn der Ursprung des rechtwinkligen Koordinatensystems links unten liegt. So ergibt sich 1b, wo also die Intensität des Mantels von links nach rechts vollständig kontinuierlich zunimmt. In 1c werden die Stufen beschleunigt größer, der mittlere Streifen zeigt bereits das Doppelte, der letzte das Vierfache der Länge des ersten Weißstreifens. Die Weißwerte nehmen also in geometrischer Reihe zu. Macht man die Stufen zahlreicher und kleiner, geht also wie in 1a zum Kontinuum über, so erhält man eine Kurve mit der Gleichung $y = 6 \cdot 1,25^x$, welche in der Konstruktion von 1d Verwendung fand.



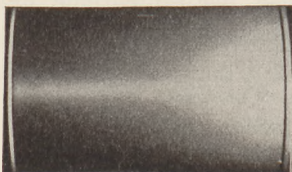
a



b



c



d

Fig. 2.

Zur leichteren Ausführung seien noch die beiden Tabellen der Werte angefügt:

Arithmetische Reihe:	Geometrische Reihe:
$6 + 0 \cdot 3 = 6$	$6 \cdot 1,26^0 = 6$
$6 + 1 \cdot 3 = 9$	$6 \cdot 1,26^1 = 7,56$
$6 + 2 \cdot 3 = 12$	$6 \cdot 1,26^2 = 9,52$
$6 + 3 \cdot 3 = 15$	$6 \cdot 1,26^3 = 12,00$
$6 + 4 \cdot 3 = 18$	$6 \cdot 1,26^4 = 15,12$
$6 + 5 \cdot 3 = 21$	$6 \cdot 1,26^5 = 19,05$
$6 + 6 \cdot 3 = 24$	$6 \cdot 1,26^6 = 24$
$6 + 3 \cdot x = y$	$6 \cdot 1,26^x = y$

Der Quotient $1,26 = q$ berechnet sich aus $6 \cdot q^6 = 24$. Man übersieht also die quantitativen Verhältnisse auf Seiten der Reize nicht bloß aus obigen Tabellen, sondern schon aus den Zeichnungen allein mit einem Blicke und erhält sofort eine sehr eindringliche Veranschaulichung des Gesetzes durch Mischen der Schwarzweißfelder auf dem rotierenden Zylinder. In Fig. 2a sind die Empfindungsstufen von links nach

¹ Bei der raschen Rotation des Zylinders ist eine sehr sichere Befestigung der Zeichnungen erforderlich. Nicht einmal das Überschlagen der beiden Enden und Niederpressen derselben mit einer starken Feder genügte, es mußte noch eine Perforation der Streifen und Befestigung an entsprechenden „Dornen“ des Zylinders hinzukommen, um ein Abschleudern und Zerreißen mit Sicherheit zu vermeiden.

rechts anfänglich sehr groß, später immer abnehmend; derselbe Eindruck wird durch Kontinuum in 2b hervorgerufen (vgl. Fig. 2a und b, bei rotierendem Zylinder aufgenommen). 1c und d zeigen auf den ersten Blick eine ziemlich gleichförmige Zunahme der Grauempfindung nach Weiß, es bilden also die Empfindungsstärken eine arithmetische Reihe (vgl. Fig. 2c und d). Hier soll auch noch auf zwei Mängel der Versuchsanordnung hingewiesen werden. Der eine besteht im Auftreten des Randkontrastes. Abhilfe wäre durch eine zweckmäßige Änderung in der Felderbegrenzung wohl möglich, doch ginge dadurch die Durchsichtigkeit der Versuchsanordnung verloren, weshalb darauf absichtlich verzichtet wurde. Der zweite Mangel liegt in der nicht völligen Lichtlosigkeit der schwarzen Felder, zu deren Herstellung schwarze Tusche verwendet wurde, die bekanntlich mit einem gewissen Glanze aufrocknet. Deshalb wohl erscheinen die ersten Empfindungsstufen in 2c etwas zu klein im Vergleich zu den letzten in derselben Figur. Oder sollte hier schon der Geltungsbereich des Gesetzes eine Rolle spielen?

Die rotierenden Stufenscheiben.

Die oben beschriebenen Versuche können bei entsprechenden Änderungen auch mit rotierenden Stufenscheiben ausgeführt werden. Allerdings läßt sich die Reizabstufung auf der Scheibe nicht ganz so leicht überblicken, als auf der rechteckigen Mantelfläche, die technische Ausführung ist aber einfacher. Um der Anschaulichkeit möglichst Rechnung zu tragen, werden nur wenige, aber charakteristische Größen der Reizstufen verwendet. Fig. 3a und b zeigt solche Abstufungen arithmetischer Progression. Intervall 45° W bis 360° W. Ein Blick auf die schwarzen Sektoren läßt das gleichförmige Anwachsen der Reizstufen hinlänglich erkennen. Bei kontinuierlicher Überbrückung des Intervalles erscheint als Begrenzung die archimedische Spirale (Fig. 3b). 3c und 3d enthalten Reizfolgen, deren Stärke in geometrischer Reihe wächst. Beim Verfolgen der Sektoren erkennt man leicht, daß jeder Nachfolger den doppelten Zentriwinkel seines Vorgängers aufweist. Der Übergang zum Kontinuum führt hier auf die logarithmische Spirale (Fig. 3d). Zum bequemeren Anfertigen der Zeichnungen folgen wieder zwei kurze Tabellen.

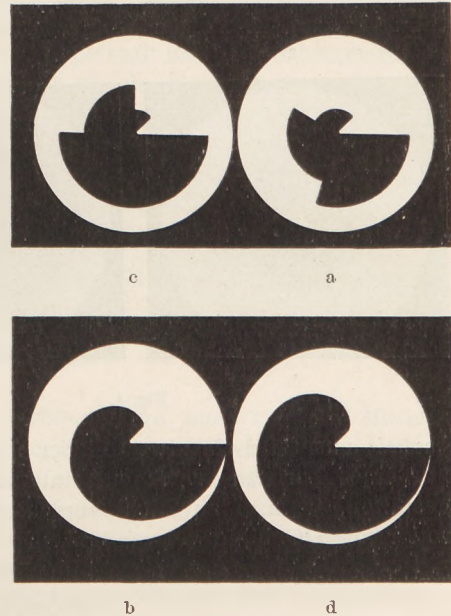


Fig. 3.

Arithmetische Stufenfolge:

$$\begin{aligned} 45 + 0 \cdot 52,5 &= 45 \\ 45 + 1 \cdot 52,5 &= 97,5 \\ 45 + 2 \cdot 52,5 &= 150 \\ 45 + 3 \cdot 52,5 &= 202,5 \\ 45 + 4 \cdot 52,5 &= 255 \\ 45 + 5 \cdot 52,5 &= 307,5 \\ 45 + 6 \cdot 52,5 &= 360 \\ 45 + x' \cdot 52,5 &= y \end{aligned}$$

$$q = 1,414 \quad \text{folgt aus}$$

Geometrische Stufenfolge:

$$\begin{aligned} 45 \cdot 1,414^0 &= 45 \\ 45 \cdot 1,414^1 &= 63,64 \\ 45 \cdot 1,414^2 &= 90 \\ 45 \cdot 1,414^3 &= 127,3 \\ 45 \cdot 1,414^4 &= 180 \\ 45 \cdot 1,414^5 &= 254,5 \\ 45 \cdot 1,414^6 &= 360 \\ 45 \cdot 1,414^r &= y \\ 45 \cdot q^6 &= 360. \end{aligned}$$

Die letzten Glieder der Reihe sind die Gleichungen der beiden Spiralen. y bedeutet den Winkel in Graden, den der Radiusvektor (r) mit der positiven Richtung der X-Achse bildet, die zweite Koordinate x ist durch die Beziehung festgelegt: $x = r - 2$. Fig. 4 zeigt die Wirkung der Rotation. Die photographische Aufnahme vermag naturgemäß den direkten Empfindungseindruck nur unvollkommen wiederzugeben.

Wie mehr oder weniger jedem Vorlesungsexperiment haften auch dem beschriebenen verschiedene Mängel an, aber der wichtigste Vorzug eines richtigen Vorlesungs-

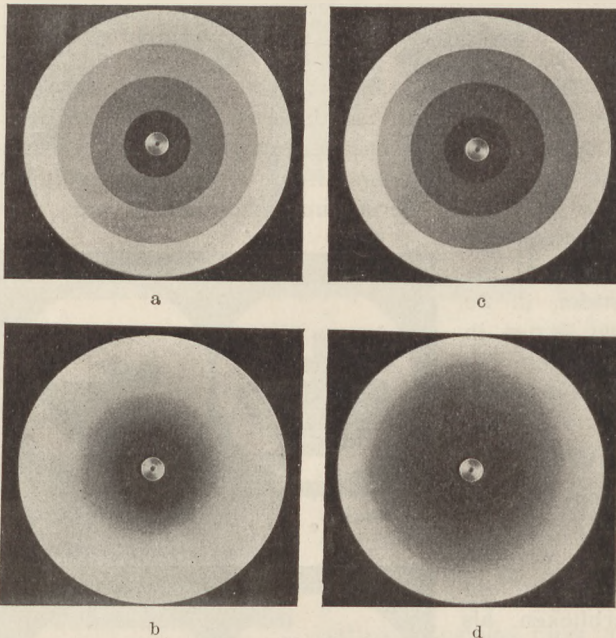


Fig. 4.

versuches ist auch dieser Versuchsanordnung eigen: Mit einem Schlage sozusagen gewährt sie Einblick in die Gesetzlichkeit des Vorganges. Man läßt z. B. den Zylinder mit dem Mantel 1c rotieren und erkennt sofort, daß mit jedem neuen Streifen die Empfindung um denselben Betrag wächst. Der Mantel wird abgerollt, und ebenso rasch übersieht man, wie mit jedem neuen Streifen der Reiz beschleunigt, und zwar in geometrischer Reihe wächst. Anschaulicher Schluß: Das vorliegende Mantelbild ist die graphische Darstellung des psychophysischen Grundgesetzes, da ja auf Grund des Versuches die Empfindungsstärken ebenso linear wie die Streifenzahlen zunehmen.

Mit dieser mehr elementaren Leistung ist die Verwend-

barkeit unseres Lehrmittels sicher noch nicht erschöpft. Interessant dürften sich, um nur eines kurz zu erwähnen, Untersuchungen über den Geltungsbereich des Gesetzes gestalten, wenn man Licht verschiedener Intensität und Farbe zur Beleuchtung der rotierenden Gebilde verwendet.

Induktivitätsmessungen.

Von P. Nickel in Berlin.

Die Bestimmung von Induktivitäten muß in dem Maße häufiger in der Schule ausgeführt werden, wie die Beschäftigung mit dem Wechselstrom zunimmt. Für Messungen von Selbstinduktionskoeffizienten sind bei den großen Elektrofirmen, wie Siemens & Halske oder Hartmann & Braun, Normale zu haben in den Beträgen 0,0001; 0,0002; 0,0005; 0,001 usw. bis 1 Henry, zum Preise von 70 bis 120 RM. Man kann sich mit der Anschaffung eines oder einiger wenigen dieser auf Marmor- oder Porzellanrollen aus Litze gewickelten und genau abgeglichenen Beträge, etwa 0,001 Henry, begnügen und sich selbst andere Stücke mit Hilfe der Wheatstoneschen Brücke eichen. Man erhält bei den Messungen mit der Brücke sehr gute Einstellungen auf Schweigen im Hörer, wenn man sich Mühe gibt, das Verhältnis der Widerstände der zu vergleichenden Rollen durch Zuschalten von induktionsfreien Stücken auch sorgfältig auf das Brückenverhältnis einzustellen. Für die Herstellung der gewünschten Beträge geben die bekannten Formeln guten Anhalt.

Nach der Formel von LORENZ: $L = rN^2Q$ (siehe Kohlrausch, Praktische Physik), wo r der Halbmesser der Windungen, N die Zahl der Windungen und Q eine Funktion von $\frac{2r}{l}$ ist, die man aus Tabellen entnehmen kann, erhält man für einlagige Zylinder-

spulen sehr gut stimmende Werte. Es ergaben sich danach für eine einlagige Spule, die auf zylindrisches Turbonitrohr von 8 cm äußerem Durchmesser gewickelt wurde, für 0,0001 Henry = 100 000 cm Induktivität bei Verwendung von 0,8 mm starkem,

doppelt mit Baumwolle umsponnenen Kupferdraht nur 35 Windungen bei einer Länge der Wicklung von 42 mm und bei 0,31 Ω Widerstand. Für 0,001 Henry = 1000 000 cm sind für 0,45 mm dicken, doppelt mit Baumwolle umsponnenen Draht 142 Windungen erforderlich, die bei dem Widerstand 3,6 Ω eine Spulenlänge von 92 mm ergaben. Es empfiehlt sich, diese kleine Arbeit auszuführen; solche einfachen Spulen geben dem Schüler einen anschaulichen Begriff von den Induktivitäten 0,1 und 1 Millihenry.

Vom Gesichtspunkt der Gewinnung möglichst großer Induktivitäten unter Verwendung von möglichst wenig Draht sind sie nicht die günstigsten. Der Betrag von 1 Millihenry konnte auch mit 118 Windungen aus 0,8 mm starkem Draht, gewickelt in $6\frac{1}{2}$ Lagen auf eine Holzspule von etwa 48 mm Höhe, 10 cm äußerem Durchmesser und 6 cm Kerndurchmesser bei der Winkelbreite 22 mm erreicht werden. Die gegenseitige Lage der Windungen ist also von sehr großem Einfluß. Für den nächsten Wert 0,01 Henry wurden 367 Windungen (0,6 mm starker, doppelt mit Baumwolle besponnener Draht) gebraucht, die wie die folgenden auf eine fast gleiche Holzrolle in nicht ganz 15 Lagen zu 25 Windungen gewickelt wurde. Für 0,1 Henry sind 1155 Windungen von 0,35 mm Stärke, Widerstand 48,8 Ω , erforderlich; für 1 Henry endlich 3680 Windungen von 0,25 mm starkem, doppelt mit Seide umsponnenen Draht; hierbei mußten 40 Lagen von je 92 Windungen (30 mm Wickellänge) gewickelt werden.

Zur Vorausberechnung dieser Spulen mit rechteckigem Wicklungsquerschnitt diene die Formel von KORNDÖRFER: $L = 10,5 N^2 D \sqrt{\frac{D}{U}}$ cm (siehe Rein-Wirtz, Radiotelegraphisches Praktikum, S. 128). Übrigens erhält man die größte Induktivität bei kleinster Drahtlänge für $D : a : b = 15 : 6 : 5$ (D = Durchmesser der Wicklung; a = Wicklungsbreite; b = Dicke der Wicklung).

Bei den Beträgen von 0,01 Henry an und darüber kann man mit den Mitteln der Schule schon recht gut den Unterschied zwischen Gleich- und Wechselstromwiderstand (bei 50 Perioden) der Spulen zeigen. Mit Hilfe eines induktionsfrei gewickelten Rheostaten und eines guten Stromanzeigers, z. B. des tragbaren Weicheisen-Ampereometers für Gleich- und Wechselstrom, 0—1 und 0—5 Ampere, von Hartmann & Braun (Nr. 70012), stellt man mit und ohne eingeschaltete Spule auf gleiche Stromstärke ein. Der Wechselstromwiderstand ist ja gleich der geometrischen Summe von Gleichstrom- und induktivem Widerstand $r_e^2 = r^2 + \omega^2 L^2 = r^2 + (2\pi n L)^2$.

Also: $\omega^2 L^2 = r_e^2 - r^2 = (r_e + r)(r_e - r)$.

Für 50periodischen Wechselstrom ist die Kreisfrequenz $\omega = 314$.

Für die Spule 0,01 Henry ergaben sich (mit Hilfe von 4 Volt Gleichstrom- und 4,6 Volt Wechselspannung) 4,85 und 5,8 Ω , also $L = 0,01$.

Die entsprechenden Zahlen für 0,1 Henry waren: 48,8 und 58 Ω , $L = 0,1$, und für die 1 Henry-Spule wurden gemessen: 307 und 440 Ω , $L = 1,003$ Henry.

Vereinfachte volumetrische Synthesen mittels der Gasbürette.

Von Dr. Walfried Seeger in Krems a. d. D.

Zur Durchführung der quantitativen Vereinigung einer Reihe von gasförmigen Stoffen (Wasserstoff mit Sauerstoff, Wasserstoff mit Chlor usw.) bedurfte es nach den bisher in dieser Zeitschrift angegebenen Arbeitsweisen außer der BUNTE-RISCHBIETHSchen Gasbürette noch einer Explosions- oder Glühdrahtpipette. Mehrfache von mir ausgeführte Versuche bestätigten, daß zur quantitativen Synthese obenerwähnter Gase die Gasbürette allein genügt, wenn man die Reaktion jeweils durch den Induktionsfunken einleitet, den man zwischen zwei mit Ösen versehenen, im obersten Teil der Gasbürette eingeschmolzenen Platindrähten überspringen läßt¹.

¹ Eine mit dieser Ergänzung versehene Gasbürette — „Explosionsbürette“ — samt Niveauröhr wird von der Firma Dr. H. Geissler Nchf. in Bonn zum Preise von RM 14.50 geliefert. Sie ist von oben nach unten in 100 ccm eingeteilt.

Die Vorteile dieses Verfahrens bestehen einmal im Zeitgewinn, da man das Mischen der Gase und die Reaktion in der Bürette selbst vornehmen kann. Ein weiterer Vorteil beruht darauf, daß fehlerhafte Resultate infolge Absorption durch die Sperrflüssigkeit wegen des bedeutend kleineren Querschnittes der Gasbürette in weit geringerem Maße zu erwarten sind als bei Verwendung der oben genannten Hilfsapparate. Dies gilt besonders für das bei der Verbrennung von Kohlenoxyd bzw. Methan entstehende Kohlendioxyd, dessen Volumen man in der Explosionspipette wegen der Löslichkeit im Wasser nicht genau feststellen kann, sodaß man lediglich auf die Bestimmung der Gesamtkontraktion angewiesen ist. Schließlich dürfte die von mir vorgeschlagene Arbeitsweise vor allem für jene Fachkollegen von Wert sein, die weder eine Explosionspipette noch eine Glühdrahtpipette besitzen.

Die Möglichkeit einer Zertrümmerung der Bürette ist natürlich nicht ausgeschlossen, aber sie ist jedenfalls bei entsprechend gewählten Mengenverhältnissen auch nicht größer als bei der Explosionspipette; mir ist bisher noch kein Unfall vorgekommen; doch muß Umwickeln der Bürette mit einem Tuch empfohlen werden.

Im folgenden seien 4 quantitative Versuche beschrieben, bei denen sich das Verfahren gut bewährt hat; die Synthese des Chlorwasserstoffs und des Wassers, die quantitative Verbrennung des Kohlenoxydes und des Methans. Die Verbrennung von Äthylen und Acetylen ebenfalls nach dieser Methode durchzuführen, erschien mir in Anbetracht der Heftigkeit der Reaktion nicht ratsam. Sämtliche Zündungen erfolgten durch den schwachen Funken eines kleinen Induktoriums. Durch stärkere Funken eines größeren Induktoriums könnte heftige Explosion und dadurch Zertrümmerung der Bürette eintreten.

Es ist notwendig, vor der Ablesung des Bürettenstandes nach eingetretener Verpuffung einige Zeit zu warten, bis Temperatúrausgleich stattgefunden hat, da sich das Reaktionsgemisch bei der Vereinigung merklich erwärmt.

1. Synthese des Chlorwasserstoffs in der Gasbürette.

Es werden zunächst etwa 40 bis 50 ccm Wasserstoff in der mit Niveauröhr verbundenen Gasbürette über konzentrierter Kochsalzlösung abgesperrt, hierauf etwa 10 ccm Chlor eingeleitet. Das schwere Chlor mischt sich zwar beim Herabsinken mit dem Wasserstoff, doch nicht hinreichend. Es muß deshalb der untere Hahn der Bürette geschlossen und das Gas durch Schwenken des Rohres gut durchgemischt werden.

Es empfiehlt sich, das oben angegebene Raumverhältnis ungefähr einzuhalten. Nimmt man nämlich weniger Wasserstoff, so wird der Explosionsdruck infolge mangelnder Verdünnung durch überschüssigen Wasserstoff zu groß, was zu einer Zertrümmerung der Bürette führen könnte; verwendet man mehr Wasserstoff, so kann die Fortpflanzung der Explosion und mithin die völlige Vereinigung ausbleiben.

Versuchsergebnisse:

	Volumen in ccm
H.	50,8
Nach dem Einleiten von Cl	61,6
Daher Cl	10,8
Nach der Explosion	40,2
Kontraktion	21,4
Davon ab Cl.	10,8
Daher H	10,6

Das Raumverhältnis zwischen H und Cl ist also $1,06:1,08 =$ innerhalb der Fehlergrenze 1:1.

Zwecks Feststellung des Volumens des gebildeten Chlorwasserstoffs müßte man den Versuch mit Quecksilber als Sperrflüssigkeit durchführen, dann aber auch

getrocknete Gase verwenden. Die Kontraktion nach dem Eingießen von Wasser durch den Aufsatztrichter lieferte das Chlorwasserstoffvolumen. Es dürfte auch keinerlei Schwierigkeiten bereiten, den Vorgang photochemisch zu leiten. Nach meinen Erfahrungen bewirkt mehrstündige Bestrahlung mit Wintersonne keine völlige Vereinigung.

2. Synthese des Wassers¹.

Ich wähle dieselben Mengenverhältnisse, die RISCHELIETH P. Z. 22, 19 bei Verwendung der Explosionspipette angegeben hat: etwa 10 ccm O₂ auf 60 bis 70 ccm H₂, etwa 20 ccm H₂ auf 60 bis 70 ccm O₂. Einmal wurde H₂, das andere Mal O₂ im großen Überschuß genommen. Auch hier sind die Versuchsergebnisse sehr gut. Wie beim vorigen Versuch empfiehlt es sich, die Gase durch Schwenken der Bürette vor der Explosion gut durchzumischen.

Versuchsergebnisse:

Versuch I		Versuch II	
	Volumen in ccm		Volumen in ccm
O	62,0	O	10,0
Nach dem Einleiten von H	82,0	Nach dem Einleiten von H	81,2
Daher H	20,0	Daher H	71,2
Nach der Explosion	52,2	Nach der Explosion	51,4
Kontraktion	29,8	Kontraktion	29,8
Davon ab H	20,0	Davon ab O	10,0
Daher O	9,8	Daher H	19,8
H : O = 20 : 9,8 = 2 : 0,98.		H : O = 19,8 : 10 = 1,98 : 1.	

3. Quantitative Verbrennung von Kohlenmonoxyd zu Kohlendioxyd.

Als Sperrflüssigkeit dient wie beim ersten und auch bei den folgenden Versuchen konzentrierte Kochsalzlösung, in der sich Kohlendioxyd bedeutend weniger löst als in reinem Wasser. Etwa 20 ccm Kohlenoxyd werden mit etwa 50 ccm Sauerstoff gut gemischt und durch den Induktionsfunken in der „Explosionsbürette“ zur Entzündung gebracht; dann wird der Bürettenstand abgelesen. Durch Eingießen von Kalilauge durch den Aufsatztrichter oder Überleiten des Gases in die Kalipipette ergibt sich das Kohlendioxydvolumen. Sodann wird aus der Beziehung: Gesamtkontraktion = Kohlenoxydvolumen + Sauerstoffvolumen das Sauerstoffvolumen errechnet. Die Ergebnisse sind sehr befriedigend.

Es gelingt also auf diesem Wege, die vollständige volumetrische Synthese des Kohlendioxyds in kurzer Zeit durchzuführen. Das Kohlenoxyd wurde aus Ameisensäure und konzentrierter Schwefelsäure entwickelt, der Sauerstoff der Flasche entnommen.

Versuchsergebnisse:

	Volumen in ccm
CO	19,6
Nach dem Einleiten von O	71,7
Daher O	52,1
Nach der Explosion	62,4
Nach der Absorption in der Kalipipette	42,3
Daher CO ₂	20,1
Gesamtkontraktion (CO + O ₂) 71,7—42,3 =	29,4
Davon ab CO	19,6
Daher O	9,8

$$19,6 \text{ ccm CO} + 9,8 \text{ ccm O}_2 = 20,1 \text{ ccm CO}_2$$

$$2 \text{ Vol. CO} + 1 \text{ Vol. O}_2 = 2 \text{ Vol. CO}_2$$

¹ Die quantitative Synthese des Wassers aus den Elementen verläuft in der Gasbürette fast genau so, wie die klassischen Versuche von A. W. HOFMANN im Eudiometerrohr.

Ebenso einfach durchzuführen ist die

4. Quantitative Verbrennung von Methan.

Der Gang des Versuches ist genau derselbe wie bei der Verbrennung von Kohlenoxyd. Etwa 10 ccm Methan werden mit 70 bis 80 ccm Sauerstoff gemischt und in der Bürette zur Explosion gebracht.

Versuchsergebnisse:

	Volumen in ccm
CH ₄	9,8
Nach dem Einleiten von O	87,8
Daher O	78,0
Nach der Explosion	68,6
Nach der Absorption in der Kalipipette	58,0
Daher CO ₂	10,6
Gesamtkontraktion (CH ₄ + O ₂) 87,8—58,0 =	29,8
Davon ab CH ₄	9,8
Daher O	20,0



Das Methan wurde aus Natriumacetat und Natronkalk entwickelt.

Quantitativer Nachweis der OH-Gruppe in Laugen.

Von Studienrat W. Bargheer in Stallupönen.

Im chemischen Klassenunterricht wurde von den Schülern der Wunsch nach einem quantitativen Versuch für die Existenz der OH-Gruppe in den Laugen geäußert. Ich kam in Verfolgung dieser Anregung auf folgende Versuchsanordnung.

Die Apparatur: Das Reaktionsgefäß ist ein kurzes Reagenzglas mit Ansatzrohr, das kugelförmig auf das Doppelte des Reagenzglasdurchmessers aufgeweitet ist

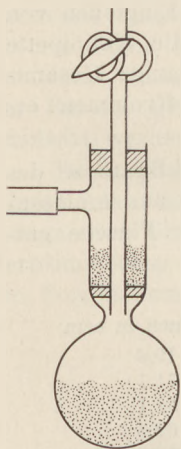


Fig. 1.

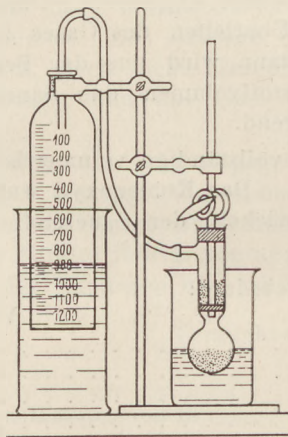


Fig. 2.

(Fig. 1). Die Übergangsstelle der Kugel in den zylindrischen Teil des Gefäßes ist so weit eingengt, daß sich die Spitze einer Titrierbürette eben noch leicht einführen läßt. Zur weiteren Abdichtung der Kugel gegen den zylindrischen Teil wird eine Gummischeibe auf das Bürettenende geschoben. Durch einen einfach durchbohrten Gummistopfen, durch den die Bürette geführt ist, wird das Gefäß verschlossen. Die Länge des Gefäßes richtet sich nach der Länge der Büretten spitze. Sie soll bei verschlossenem Gefäß ein kleines Stück in die Kugel hineinragen. Eine Schlauchverbindung führt vom Ansatzrohr nach einer auf Saugen gestellten Gasmeßglocke (Fig. 2).

Der Versuch: In das Reaktionsgefäß gibt man eine genügende Menge Calciumspäne und schichtet darüber vollkommen trockenen Flußsand. Die Kugel des Reaktionsgefäßes soll jetzt ungefähr bis zur Hälfte gefüllt sein. Nun wird die Bürette mit der Gummischeibe eingeführt. Auf die Scheibe werden Calciumspäne geschüttet. Das Gefäß wird mit dem Gummistopfen verschlossen. Nach Anlegen der Schlauchverbindung zur Gasmeßglocke und Prüfung auf vollkommene Luftdichtigkeit läßt man 1 ccm Wasser aus der Bürette langsam einfließen. Das Wasser wird zunächst von

dem trockenen Sande aufgesaugt, wodurch die Reaktion des Wassers mit dem Calcium in ihrer Stärke abgeschwächt wird. Das Reaktionsgefäß steht zur Kühlung ständig in einem großen Becherglase mit kaltem Wasser. Wenn die Wassermenge eingeflossen ist, schüttelt man Sand und Calciumspäne durcheinander. Das Gefäß erwärmt sich nach dem Schütteln sehr stark, muß daher zur Kühlung rasch in das Kühlwasser gelegt werden, um ein Verdampfen des Wassers zu verhindern. Das Durchschütteln wird einige Male wiederholt. Die Reaktion ist beendet, wenn das Gemisch staubtrocken ist, also leicht von den Wandungen abfällt.

Es zeigt sich, daß nur die Hälfte des in 1 ccm Wasser enthaltenen Wasserstoffes frei wird. Im Mittel ergeben sich $605 \text{ ccm} = 0,055 \text{ g}$ Wasserstoff.

Für die Praxis.

Über das Reinigen von Quecksilber. Von M. Zuppke in Danzig. Zu den unerfreulichsten Nebenarbeiten im naturwissenschaftlichen Unterricht gehört das Reinigen von Quecksilber. Das Waschen mit Salpetersäure oder Kaliumbichromat ist schon wegen der großen Hg-Verluste zu teuer. Bereits lange bekannt und oft empfohlen ist das Durchsaugen von Luft, um alle Verunreinigungen zu oxydieren. Mit den in der Literatur

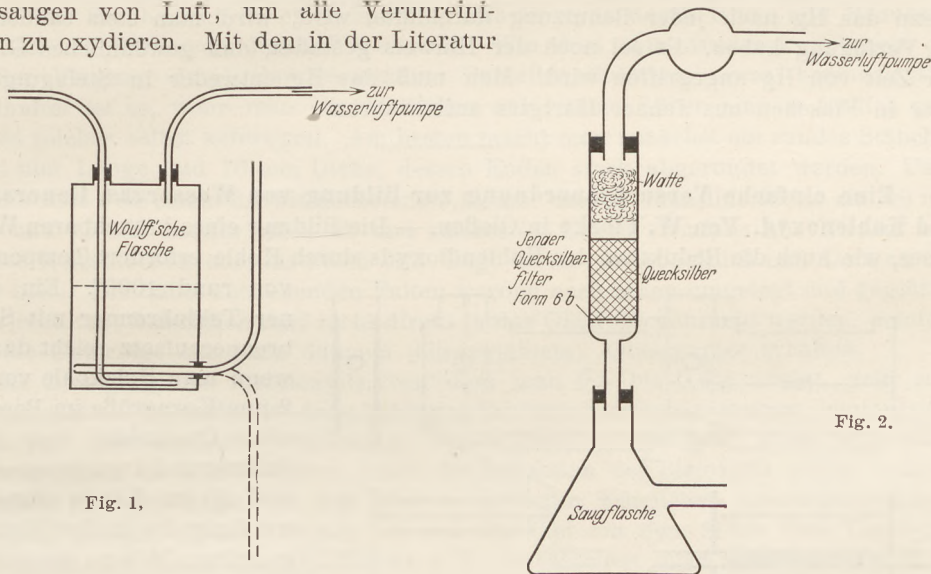


Fig. 1.

Fig. 2.

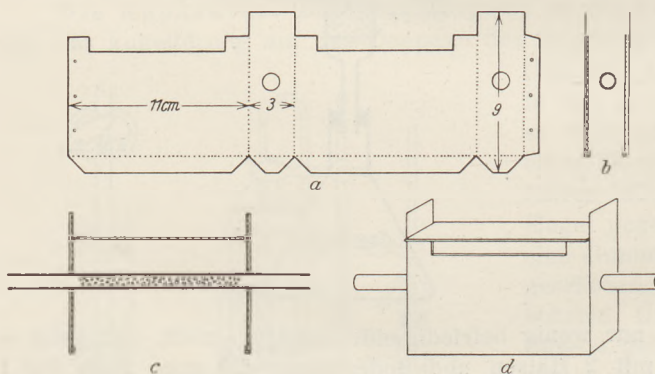
geschilderten Geräten habe ich nur wenig befriedigende Erfolge erzielt. Gut geht es mit einer Woulffschen Flasche mit 2 Hälsen und Bodentubus, die man nach Fig. 1 aufbaut. (Das Z-Rohr biegt man nach dem Aufschieben des Stopfens.) Man füllt die Flasche bis etwa zur Hälfte mit dem verschmutzten Hg und saugt mit der Wasserluftpumpe einen lebhaften Luftstrom durch. Wie man sich leicht bei einer Füllung mit Wasser überzeugen kann, geht durch jedes der beiden Rohre ein Strom von Luftblasen. Nach einigen Stunden sind alle Beimengungen oxydiert und schwimmen als braunschwarzes Pulver auf der Hg-Oberfläche. Bei sehr feuchtem Wetter kann man an das Z-Rohr noch ein Chlorcalciumrohr ansetzen. Wenn das Hg stark fettig ist, rate ich, eine umgekehrte Waschflasche mit Benzol oder einem ähnlichen Fettlösungsmittel vorzuschalten; man kürzt dadurch die Saugzeit sehr ab. Um gegen Bruch und Nachgeben des Stopfens im Bodentubus oder sonstige Zufälle geschützt zu sein, stellt man die Woulffsche Flasche in eine große Porzellanschale und auf ein Hg-Brett. Wenn alles Hg klar und blank geworden ist, stellt man die Woulffsche Flasche hoch, bringt das Rohr aus dem Bodentubus in die gestrichelt gezeichnete Stellung und läßt das Hg

abfließen, am einfachsten gleich durch den Palmaerschen Reiniger oder durch ein Lederfilter in die Vorratsflasche.

Noch bessere Erfolge erhält man mit dem Verfahren nach Fig. 2. Ein Jenaer Hg-Filter Form 6b spannt man mittels eines geeigneten Stellzeuges senkrecht ein, stellt ein Becherglas unter, um die ersten durchlaufenden Hg-Tropfen aufzufangen, gießt das Hg ein, setzt die Watte und das Rohr auf und läßt die Pumpe langsam anlaufen; man regelt so, daß ein kräftiger Luftstrom durchgesaugt wird, der aber das Hg nicht zu hoch werfen darf. Man wird die gleichen Vorsichtsmaßregeln wie bei der anderen Anordnung treffen, außerdem zwischen Knierohr und Pumpe eine umgekehrte Waschflasche legen, damit bei einer plötzlichen Steigerung des Wasserdruckes kein Quecksilber in die Pumpenleitungen gezogen werden kann. Das Vorschalten einer Trockenröhre oder eines Fettlösungsmittels ist möglich und sehr wirksam. Nach kurzer Zeit färbt sich die Watte dunkel von hochgewirbeltem Oxydstaub, und auf der Hg-Oberfläche schwimmt die Oxydschicht. Natrium, Kupfer und Zink habe ich bei dieser Anordnung in etwa einer Stunde verbrannt. Nach Beendigung der Oxydation setzt man die Saugflasche unter und filtriert das Hg unter schwachem Druck ab. Etwa mit durch das Filter geschlüpfte Oxyde lassen sich durch nochmaliges Filtrieren entfernen.

Beide Hg-Reiniger kann man ohne Aufsicht arbeiten lassen, auch über Nacht. Wenn das Hg nach jeder Benutzung durchlüftet wird, wird man stets sauberes Hg zur Verfügung haben. Es sei noch der Hinweis gestattet, daß gewöhnliches Glas mit der Zeit von Hg angegriffen wird. Man muß das Hg entweder in Steingutgefäßen oder in Flaschen aus Jenaer Hartglas aufbewahren.

Eine einfache Versuchsanordnung zur Bildung von Wassergas, Generatorgas und Kohlenoxyd. Von W. Flörke in Gießen. — Die Bildung eines brauchbaren Wassergases, wie auch die Reduktion des Kohlendioxyds durch Kohle erfordert Temperaturen von rund 1000°. Ein einzelner Teklubrenner mit Schnittbrenneraufsatz reicht dazu hin,



a Blechmantel des Öfchens, aus einem Stück Weißblech auszuschneiden und zusammenzunieten; b Querschnitt; c Längsschnitt; d Ansicht. Das Öfchen wird innen mit Asbeststücken ausgekleidet und mit einem Stück Asbestpappe abgedeckt. Es wird getragen von dem Porzellanrohr, das in zwei Gabelstativen ruht.

wenn man Holzkohle von 1 bis 2 mm Korngröße im Porzellan- oder Quarzrohr von 8 mm äußerer und 6 mm innerer Weite und 20 cm Länge unter Verwendung des in der Figur dargestellten Öfchens, das man sich aus Weißblech und Asbestpappe mit geringer Mühe selbst herstellen kann, damit erhitzt. Bei meinen Versuchen konnte ich nach wenigen Minuten Feingold (Schmp. 1063°) in den Röhren zum Schmelzen bringen. Zur

Herstellung von Wassergas braucht man eine rund 10 cm lange Kohlschicht. Den Wasserdampf erzeugt man in einem Erlenmeyer mit doppelt durchbohrtem Stopfen, durch den ein gerades und ein rechtwinkliges Ableitungsrohr gehen. Durch das gerade Glasrohr entweicht der überschüssige Wasserdampf, das rechtwinklige Rohr ist mit der Porzellanröhre verbunden, deren anderes Ende mit einem in Saugstellung stehenden Glockengasometer in Verbindung steht. Man erhält in 2 Minuten 4 bis 500 ccm Wassergas, das im Mittel nur etwa 5% Kohlendioxyd enthält, eine Menge, wie sie auch im technischen Wassergas vorkommt. Die hohe Temperatur der Wassergasflamme kann man mit dem so erzeugten Gas zeigen, wenn man in das Flämmchen einen 0,1 mm

dicken Platindraht hält, der am Ende zu einem Kügelchen schmilzt. Der ganze Versuch nimmt, den Aufbau eingerechnet, nur wenige Minuten in Anspruch und eignet sich deshalb besonders als Schauversuch. Zur Reduktion des Kohlendioxyds braucht man ebenfalls nur eine 10 cm lange Kohlenschicht. Man kann die Reduktion auch mit zwei Glockengasometern annähernd quantitativ durchführen. Das entstehende Kohlenoxyd enthält nämlich, wenn man in 1 Minute 100 ccm CO_2 durchleitet, nur rund 6% Kohlendioxyd. Die angegebene Kohlenmenge reicht aus, um aus einem 6 mm weiten Rohr ein rund 1 cm hohes CO-Flämmchen 5 bis 10 Minuten lang brennen zu lassen. Zur Bereitung von Generatorgas braucht man eine längere Kohlenschicht. Man benutzt ein Rohr von 35 cm Länge, ein Öfchen, das doppelt so lang wie das beschriebene ist, und zwei Schnittbrenner. Die Luft wird einfach mit dem Glockengasometer angesaugt.

Die beschriebenen Versuchsanordnungen bieten bei einfachster Zurüstung Gewähr für sicheres Arbeiten und liefern ausreichend große Gasmengen bei denkbar kürzester Versuchsdauer.

Quantitative Zerlegung des Bleidioxyds. Von E. Winterhalder in Villingen (Schwarzwald).

Eine Bleidioxyd-Zerlegung habe ich im 36. Jahrg. ds. Zeitschr. (1923), S. 118, beschrieben. Sie besteht in einer Spaltung des Dioxyds durch Hitze und Reduktion des erhaltenen Bleioxyds durch Wasserstoff. Wie dort zum Ausdruck gebracht ist, wird der Vorgang durch das verwendete Porzellanschiffchen etwas beeinträchtigt. Vorteilhafter ist es, wenn man ein Schiffchen aus reinem Silber nimmt; freilich muß man ein solches selbst anfertigen. Am besten macht man zunächst ein rundes Stäbchen von 34 mm Länge und 10 mm Dicke, dessen Enden stark abgerundet werden. Dann schneidet man von einem 0,1 bis höchstens 0,15 mm dicken Feinsilberblech ein 40 mm langes und 15 mm breites Stück ab und rundet die Ecken ebenfalls ab. Hierauf legt man das Holzstäbchen auf das Blech und biegt dieses zuerst seitlich und dann an den Enden hoch. Die dabei entstehenden Falten werden nach innen umgelegt und geglättet. Das so erhaltene Schiffchen darf nicht direkt in das Glasrohr gebracht werden, sondern muß eine Unterlage aus ganz dünnem (ausgeglühtem) Asbestpapier erhalten.

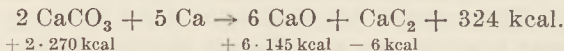
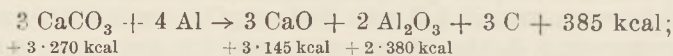
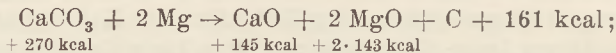
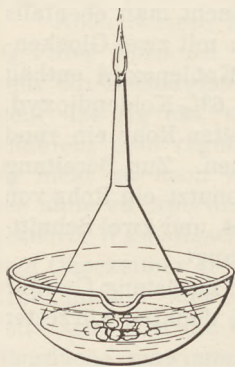
Die Zerlegung des Bleidioxyds, von dem man 0,5 bis 0,6 g nimmt, geht sehr rasch von statten; immerhin ist dazu kräftiges Erhitzen notwendig (Rotglut, beginnendes Schmelzen). Zur rascheren Abkühlung, die vollständig sein muß, kann man einen Luftstrom gegen die Röhre blasen. Auch die Reduktion des Bleioxyds erfolgt schnell. Man erhitzt nur so lange, bis das Blei zu größeren Kügelchen zusammengeflossen ist. Richtig gesagt, ist der Vorgang so, daß das Blei mit dem Silber eine Legierung bildet, wobei der Boden des Schiffchens z. T. durchlöchert wird. Der ganze Versuch läßt sich, wenn alles vorbereitet ist, gut in einer Unterrichtsstunde erledigen und liefert recht gute Ergebnisse. Bei einem unlängst in der Klasse durchgeführten Versuch ergaben 0,6 g Dioxyd von 0,4 % Wassergehalt 32,5 ccm Sauerstoff (bei 13° und 698 mm Barometerstand); zur Reduktion wurden 65,5 ccm Wasserstoff verbraucht, die also nochmals 32,75 ccm Sauerstoff entsprechen.

Einige Schwierigkeit bereitet die Beschaffung des notwendigen Materials. Das käufliche reine Bleidioxyd muß mehrmals mit verdünnter Salpetersäure ausgekocht und dann gut getrocknet werden. Das Feinsilberblech erhält man durch Vermittlung eines Juweliers; man läßt sich zweckmäßig gleich ein Band von 4 cm Breite herstellen. 100 g, zu mindestens 100 Schiffchen ausreichend, dürften z. Zt. etwa 15 RM. kosten¹.

Calciumcarbid. Von Prof. R. Winderlich in Oldenburg i. O. — Die Bildungswärmen der beteiligten Stoffe lassen voraussehen, daß es nicht nur möglich ist,

¹ Die Schering-Kahlbaum A.G. liefert eine Einheitspackung Silberblech (0,1 mm) von 25 g zu 4,20 RM.

Calciumcarbonat durch die Metalle Magnesium, Calcium, Aluminium zu reduzieren, sondern auch Calciumcarbid zu gewinnen.



Das Auftreten von Carbiden bei diesen Vorgängen hat WINKLER schon 1890 beobachtet (Ber. dtsh. chem. Ges. **23**, 120, 2648).

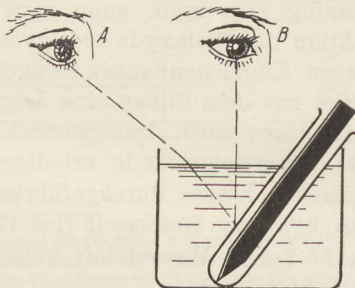
Calcium-Raspelspäne werden fein zerstoßen und mit Marmorpulver im Gewichtsverhältnis 1:1 gemischt. Das Gemenge wird auf einem Ziegelstein aufgehäuft und durch einen kräftigen Brenner von der Seite her entzündet. Es dauert einige Minuten, bis die Masse Feuer fängt. Dann verläuft die Reaktion nach Fortnahme der Zündflamme mit heller Glut. (Magnesiumband versagt als Zündmittel für Calcium.) Nach dem Erkalten liegt unter einer Schicht aus pulverigem gebranntem Kalk ein zusammengesinterter Klumpen Calciumcarbid. Er wird zerbrochen, in eine Porzellanschale gelegt, mit einem Trichter bedeckt und mit Wasser begossen (siehe die Figur). Aus dem Trichterrohr strömt Gas, das mit heller, rußender Flamme brennt. Ein Parallelversuch mit Calcium und Wasser allein gibt die Wasserstoffflamme.

Berichte.

1. Apparate und Versuche.

Eine Anwendung des Satzes von der Umkehrbarkeit des Lichtweges auf die Totalreflexion. Bericht von E. BOERMA in Frankfurt a. M.

EUGEN GOLDSTEIN, der Entdecker der Kanalstrahlen, hat in einer kleinen Mitteilung in der Zeitschrift für Physik (Bd. 31, 1925, S. 264–266)



auf eine bisher wenig beachtete Beziehung bei der Totalreflexion aufmerksam gemacht. Es handelt sich um eine so naheliegende Ergänzung der üblichen Versuche aus diesem Gebiet, daß es sich lohnt, eine Zusammenstellung der Versuche in einfacher schulgemäßer Form zu geben.

1. „In allen physikalischen Lehrbüchern“, sagt GOLDSTEIN, „wird die Erscheinung beschrieben, daß ein in geneigter Lage unter Wasser gehaltenes Glasrohr keine Lichtstrahlen eindringen läßt, sondern sie an der Grenze Glas-Luft nach außen total reflektiert. Dagegen ist mir ein Hinweis darauf, daß bei der gleichen Lage

des Rohres auch aus seinem Innern kein Licht zum Auge des Beobachters dringen kann, nicht erinnerlich“.

Bringen wir also z. B. einen Bleistift in das Reagenzrohr (siehe die Figur), so ist dieser für die Stellung *B* des Auges völlig unsichtbar. Man sieht nur die stark spiegelnde Glaswand. In dieser Form findet sich der Versuch übrigens auch in H. HAHNS Freihandversuchen, Teil III S. 94, Nr. 177d. (Vgl. ADAMI, Ein einfacher Versuch über die Lichtbrechung; diese Zeitschrift **20**, 29; 1907.)

Nimmt das Auge die Stellung *A* ein, so findet keine Totalreflexion mehr statt; dann ist auch der Bleistift wieder sichtbar. Ebenso, wenn man, statt die Stellung des Auges zu verändern, das Glasrohr weniger steil ins Wasser hält oder in das Reagenzrohr etwas Wasser einfüllt; der eingetauchte Teil des Bleistiftes ist sichtbar.

Die Ursache der Erscheinung wird sofort klar, wenn man von einem beliebigen Punkte des Rohrinne die Strahlen konstruiert; sie werden eben an der Grenzschicht so weit zur Seite gebrochen, daß kein Strahl mehr in das Auge *B* gelangt. Allein der Zusammenhang mit der Totalreflexion wird am deutlichsten, wenn man das Prinzip von der Umkehrbarkeit des Lichtweges anwendet: würde aus dem Innern ein Strahl nach *B* gelangen, so müßte auch umgekehrt von *B* aus ein Strahl in das Rohrinne eindringen können, und das widerspricht der vorausgesetzten Totalreflexion.

Sehr viel auffälliger wird die Erscheinung, wenn sich in dem Glasrohr ein selbstleuchtender Körper befindet. Dies geschieht am einfachsten in dem folgenden Versuch:

2. Wir tauchen im verdunkelten Zimmer eine Geradfaden-Glühlampe, wie sie für den Lichtzeiger des Spiegelgalvanometers verwendet wird (zur Not geht auch eine gewöhnliche Glühlampe von länglicher Form), steil in das Wasser. Das Auge sieht nichts von dem hellen Glühfaden. Variation wie beim ersten Versuch. Objektiv: verschiedene Helligkeit an der Zimmerdecke je nach Neigung der Glühlampe.

3. GOLDSTEIN hat eine hübsche Anwendung erdacht. Der Versuch gestattet, das Leuchten der Gase in Entladungsröhren gewissermaßen abzublenden und so das Leuchten der Glaswand selbst für sich sichtbar zu machen. Wir nehmen etwa eine Wasserstoff-Spektralröhre und tauchen sie steil in Wasser. Für die Stromzuleitung zu dem eingetauchten Pol benutzt man das Wasser selbst. Das Auge sieht in der Lage, die der Stellung *A* der Figur entspricht, das gewöhnliche rote Wasserstofflicht; in *B* ist dieses völlig unsichtbar; dafür erkennt man jetzt sehr gut die grüne Fluoreszenz der inneren Glaswand. Der Umschlag von Rot in Grün, wenn das Auge von *A* nach *B* sich bewegt, ist überraschend. Für gewöhnlich wird die grüne Fluoreszenz der Glaswand ganz überstrahlt durch das hellere Leuchten des Wasserstoffes. — Für den Versuch empfiehlt sich eine nicht zu kleine Stromstärke, damit man auch die Glasfluoreszenz noch recht hell bekommt.

4. Auch der gewöhnliche Entladungsfunkler Leydener Flasche bringt, wie GOLDSTEIN bemerkt, die Glaswand zum Fluoreszieren. Man stellt den Versuch entsprechend der Figur mit einem Reagenzglas an, doch ist die Fluoreszenz nur schwach.

Über die Herstellung einer „Modellphotozelle“ durch elektrolytische Abcheidung von Natrium in einer gewöhnlichen Vakuumglühlampe. Von Dr. HERMANN LORENZ in Bonn.

Das Experimentieren mit lichtelektrischen Zellen in Wissenschaft und Technik hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Während man vorher mit Zellen auskam, die auf ultraviolette und kurzwelliges sichtbares Licht ansprachen und darum Cd oder Zn als lichtempfindliches Metall enthielten oder mit Na und K beschickt und vielleicht mit Wasserstoff sensibilisiert waren, richtet sich heute das Bestreben darauf, Zellen zu schaffen, die für das gesamte sichtbare Spektrum und für das nahe und weitere Ultrarot verwendbar sind. Diese Entwicklung ist bestimmt durch mannigfaltige Bedürfnisse der Praxis und nicht zuletzt durch Tonfilm und Bildtelegraphie, Faktoren, die zur fabrikmäßigen Herstellung von Photozellen wesentlich beitragen. Die erwähnten Zellen werden in der Meßtechnik noch meist in der Form benutzt, wie sie 1910 von ELSTER und GETTEL, den beiden hochverdienten Gymnasial-

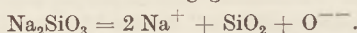
lehrern in Wolfenbüttel, eingeführt wurden. Bei den Alkalizellen bringt man das Metall durch Hochvakuumdestillation in die Zelle hinein. Ein Fortschritt der Rot- und Ultrarotempfindlichkeit ist in den ausgezeichneten Zellen erreicht, die die Firma Otto Pressler in Leipzig unter dem Namen „Caesopreß-Zellen“ herstellt; sie enthalten durch ein besonderes Verfahren sensibilisiertes Caesium. Neben den Zellen mit dem Oberflächen- oder „äußeren“ Photoeffekt sind diejenigen zu nennen, die auf dem „inneren“ lichtelektrischen Effekt beruhen und darum bei der Belichtung eine Leitfähigkeitsänderung erfahren. Dazu gehört die bekannte Selenzelle, für die das Interesse immer mehr erlahmt, und die Thallofidzelle amerikanischen Ursprungs, deren lichtempfindliche Substanz ein gesintertes Gemisch von Thalliumsulfid und -oxyd ist. Die Verbindung zwischen den beiden Gruppen stellen die neuen Sperrschichtphotozellen dar, bei denen Photoelektronen im Inneren eines Halbleiters gebildet werden und dann nicht ins Vakuum, sondern in ein Metall als zweites Medium übertreten. Wesentlich ist bei ihnen die große Rot- und Ultrarotempfindlichkeit, die sich bis zu einer Wellenlänge von etwa $1,4\mu$ hin erstreckt. Die Kupfer-Kupferoxydulzellen werden jetzt schon von mehreren Firmen hergestellt.

Im folgenden sollen Versuche beschrieben werden, durch die man mit bescheidenen Hilfsmitteln sich selbst eine Modellphotozelle machen kann¹. Wie schon erwähnt, werden Zellen nach ELSTER und GETTEL durch Vakuumdestillation des Alkalimetalls in die Glaskugel hergestellt. Ein anderes, elegantes Verfahren ist in den letzten Jahren zunächst für Natrium ausgearbeitet worden. Es benutzt die Ergebnisse der grundlegenden Arbeit von E. WARBURG² aus dem Jahre 1884, daß bei der Elektrolyse von Natronglas nur das Natrium als einwertiges positives Ion durch das Glas wandert. WARBURG elektrolysierte Thüringer Glas, indem er zwei ineinander geschobene Reagenzrohre mit Quecksilber füllte und bei 300°C einen Strom durch die Wandung des inneren Reagenzglases schickte, wobei er an die getrennten Quecksilberoberflächen eine geeignete Spannung anlegte. Es bildete sich an der Anodenseite im Glas eine schlechtleitende Kieselsäureschicht, die die Farben dünner Blättchen zeigte und je nach ihrer Dicke im reflektierten Licht bräunlich oder grünlich erschien. Die Bildung dieser Schicht wurde jedoch vermieden, wenn Natriumamalgam als Anode verwendet wurde. Dann trat Natrium in äquivalenter Menge anodisch ein, wie es kathodisch abge-

¹ Die Experimente sind auf Anregung des Verfassers von Herrn cand. phil. H. GRIES und Herrn cand. phil. J. SCHUMACHER im Praktikum für Fortgeschrittene des Bonner Instituts ausgeführt worden. Bei der Ausarbeitung der Versuche in der vorliegenden Form haben die beiden Herren den Verfasser sehr unterstützt.

² E. WARBURG, Über die Elektrolyse des festen Glases. Ann. d. Phys. 21, 622—646 (1884).

schieden wurde; das Glas blieb klar und verlor nicht an Gewicht. Daraus schloß WARBURG, daß dissoziiertes Natriumsilikat Träger der elektrolytischen Leitung sei und dabei das Natriumion allein (kleines Atomvolumen!) wandere und das Silikation praktisch unbeweglich sei. Zur Bildung der Kieselsäureschicht muß das Silikation an Ort und Stelle zerfallen und das entstehende Sauerstoffion an der Anode allein erscheinen. Das sollte nach der Gleichung geschehen:



P. SELÉNYI ist es erst gelungen, bei der Elektrolyse von Glühlampen in diesen Sauerstoff einwandfrei nachzuweisen. Seine Untersuchungen,

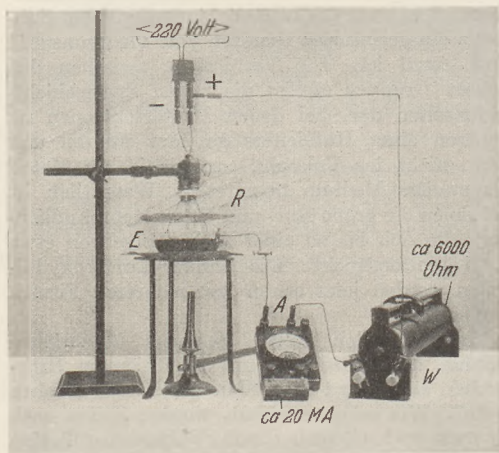


Fig. 1. Herstellung einer Modellphotozelle.

E Eisenschale mit Natronsalpeter von etwa 350° C. *R* Asbestring zum Wärmeschutz des Lampenhalses; dort bildet sich der Natriumbelag. *A* Milliampereometer bis 50 MA. *W* Widerstand von mehreren 1000 Ohm für eine Belastung von einigen Watt.

die in dem „Tungsram“-Forschungslaboratorium, Budapest-Ujpest gemacht wurden, sind der Ausgangspunkt für die Experimente der vorliegenden Arbeit, so daß auf deren Veröffentlichungen verwiesen sei¹.

Wir beginnen mit der Beschreibung der Versuche zur Elektrolysierung einer hellen, d. h. nicht matten Vakuumlühlampe, um in deren Innern Natrium abzuschneiden. Die Anordnung zeigt Fig. 1 in allen Einzelheiten.

Man taucht die brennende Lampe zu einem Drittel ein in eine Eisenschale mit geschmolzenem Natronsalpeter, mit dem der Chemiker seine Wärmebäder höherer Temperatur beschickt, und verbindet den positiven Pol des Lichtnetzes über einen hohen Widerstand mit der Schale.

¹ P. SELÉNYI, Über die elektrolytische Zersetzung des Glases. *Ann. d. Phys.* (4) 84, 111 bis 118 (1927); 85, 643—644 (1928) (Nachtrag). — P. SELÉNYI, Ionen und Elektronen in der Vakuumlühlampe. *Physik. Z.* 29, 311—318 (1928). S. auch R. W. POHL: Einführung in die Elektrizitätslehre, 3. Aufl. Berlin 1931: § 81. Ionenleitung in geschmolzenen Salzen und unterkühlten Flüssigkeiten (Gläsern), S. 188—190.

Nach kurzer Zeit (mitunter nach wenigen Min.) bildet sich innen am Hals ein Natriumniederschlag (vgl. Fig. 2). Die Temperatur des Salpeterbades von mehr als 300° C bedingt eine starke Dissoziation des Natriumsilikats des Lampenkolbens. Sein Glas ist jedoch noch so zähflüssig wie Pech, so daß es dem äußeren Luftdruck standhält. Die freiwerdenden Natriumionen wandern unter dem Einfluß des angelegten elektrischen Feldes auf die Innenwand des Kolbens zu und werden dort von den ankommenden Glühelktronen des Wolframdrahtes neutralisiert, die als Strom vom Glühfaden zur Kolbenwand fliegen. Die Natriumatome destillieren sofort an Stellen niedrigster Temperatur, weil sie sich infolge des Hochvakuums und der Temperatur des eingetauchten Lampenteils an dieser Stelle nicht halten können. Der Vorgang kann beliebig lange fortgesetzt werden, weil die Salpeterschmelze stets neue Natriumionen nachliefert und sich darum keine Kieselsäureschicht ausbilden kann. Das Glas befindet sich also hier als elektrolytischer Leiter in der interessanten Kombination: lösliche Elektrode: Schmelze — Glas als Elektrolyt — unlösliche Elektrode: Elektronen oder Ionen. Die Sauerstoffentwicklung läßt sich mit einer gewöhnlichen Vakuumlühlampe zeigen, wenn man den Strom in umgekehrter Richtung durch die Glaswand leitet. Dabei muß im Inneren der Lampe der Strom durch positive Ionen getragen werden, die nur dann — durch Stoßionisation — erzeugt werden können, falls die Lampe noch Gasreste enthält, was jedoch bei käuflichen Lampen selten der Fall ist. Es wandern beim Anschalten des negativen Pols des Lichtnetzes an die Schmelze diese positiven Ionen momentan an die innere Kolbenfläche, um die ankommenden Sauerstoffionen zu neutralisieren. Ihre Zahl muß mindestens so groß sein, daß die negative Ladung der Kolbenwand kompensiert wird, da sonst diese als „negativ geladenes Gitter“ wirkt, das den Elektronenstrom sperrt und so die Bildung von weiteren positiven Ionen verhindert. Die Stoßionisation ist nur dann mit Sicherheit gegeben, wenn abgeschmolzene, noch nicht gebrannte Lampen¹ benutzt werden, die noch Restgase von $\frac{1}{1000}$ mm Druck enthalten. Durch den Prozeß des sog. Vorbrennens werden diese an der Glaswand gebunden und damit das hohe Vakuum erreicht. Die Anwesenheit von Sauerstoff tut sich kund durch eine bläuliche Lichterscheinung zwischen den Zuführungen zum Glühdraht, das Merkmal gasiger Lampen, oder durch weißliches Aufleuchten des ganzen Kolbens bei einer Teslaentladung. Die Einschaltung der Lampen selbst muß mit einem Vorschaltwiderstand geschehen, weil bei einer plötzlichen Stoßionisation die Glühfäden durchbrennen können.

Für die praktische Ausführung der Natriumabscheidung sei noch auf einige Punkte aufmerk-

¹ Der Verfasser dankt Herrn SELÉNYI für die freundliche Sendung von noch nicht gebrannten Lampen, um die Sauerstoffentwicklung reproduzieren zu können.

sam gemacht. Den Salpeter schmelzt man in einer Eisenschale geeigneter Größe. Es bricht Substanz, die zunächst in der Mitte der Schale geschmolzt wird, durch die feste obere Decke hindurch und spritzt über den Rand hinaus in die Umgebung. Um dies zu unterbinden, deckt man zur Vorsicht die Schale mit einer Asbestplatte zu, bis alles geschmolzen ist. Die Schmelze kriecht dann langsam in dünner Haut über den Rand der Schale und unterhält unter ihr einen gelbglühenden Tropfen, der den Bunsenbrenner verstopfen kann, eine Erscheinung, die sich nicht verhindern läßt. Bevor man die Lampe in die Schmelze eintaucht, hält man sie einige Zeit nahe über deren Oberfläche, um den Kolben vorzuwärmen. Nach dem Eintauchen schaltet man erst den positiven Pol an die Schmelze, wobei man genau den Gang des Amperemeters beobachtet. Gewöhnlich springt der Strom mit einigen MA an, um schnell 30 bis 50 MA zu erreichen. Diese Stromstärken gefährden jedoch den Faden, weil er dadurch an der Kathodenseite überlastet wird. Ein einfaches Verfahren kommt da zu Hilfe: Hat die Stromstärke 20 MA erreicht, so unterbricht man einen Augenblick die Nebenleitung. Bei neuem Einschalten hat der Strom eine geringere Stärke, und durch Wiederholen läßt sich leicht die geeignete, ziemlich konstante Größe von 20 bis 25 MA maximal einstellen. Nach stürmischem Einsatz ist dann wohl eine gewisse Stabilität erreicht, für die auch der eingeschaltete Widerstand von mehreren 1000 Ohm (Radio-widerstand) sorgt. Man braucht auch nicht die volle Netzspannung an die Lampe zu legen; durch einen Vorschaltwiderstand kann der Lampenstrom und damit die Emission der Elektronen passend einreguliert werden. Es lohnt sich nicht, das Verhalten der verschiedenen Lampensorten, die ausprobiert wurden, in einer Tabelle zusammenzustellen. Jede Lampe verhält sich anders; trotzdem gelingt die Elektrolyse meist sofort. Ist diese in der geschilderten Weise in Gang gekommen, so stellt man bald eine Bräunung des Lampenfußes fest, da er Blei enthält, das sich infolge der reduzierenden Wirkung der direkt aufprallenden verdampften Natriumatome braunschwarz ausscheidet. Bei älteren Lampen besteht auch der Kolben aus Bleiglas. In Fig. 1 ist zum Niederschlagen des Natriums im Lampenhalse über die Lampe eine ausgeschnittene Asbestscheibe geschoben. Besser kühlt man mit dem Luftstrom eines Föhnapparates. Bei einer Lampe mit Birnenform und gestrecktem Draht läßt sich dabei sehr schön die Bildung des Niederschlags verfolgen. (Vgl. Modellphotozelle in Fig. 4.) Er macht sich zuerst durch eine schwache Trübung bemerkbar, die in Durchsicht blaugrün erscheint und sehr rasch ein silberweißes, samtartiges Aussehen innen annimmt. Außen zeigt er sich als glänzender Spiegel, wenn man die Lampe ausschaltet. Fig. 2 ist die Aufnahme eines Niederschlags, auf dem sich kleine Anhäufungen von Natrium gebildet haben. Es gelingt leicht, 100 mg Natrium abzuscheiden. Gasgefüllte Lampen, wie die Osram-Nitralampen, sind in keinem Fall

zu verwenden, weil wohl der hohe Druck des Füllgases die Elektrolyse in beiden Richtungen stört.

Photoelektrische Versuche an Natrium, das in Glühlampen hineinelektrolysiert wurde, unternahm wohl zuerst R. C. BURT¹, weil durch diese Methode eine Photozelle mit Natrium in reiner Form beschickt werden kann. Gemessen wurde die Konstanz des Photostromes in Abhängigkeit von der Temperatur. Außer BURT entwickelten



Fig. 2. Natriumschicht mit tropfenförmigen Anhäufungen metallischen Natriums im Inneren einer elektrolysierten Vakuumglühlampe. (Man schaut schräg von der Seite auf die Ansatzstelle des Lampenfußes.)

etwa zur gleichen Zeit L. MÁRTON und E. ROSTÁS² ein Verfahren zur Herstellung technischer Zellen, die unter dem Namen „Tungsram-Nava-Zellen“ im Handel sind. In Autolampen setzten sie ein bleifreies Lampengestell ein, in dessen Fuß ein dritter Draht eingeschmolzt ist, der nach der Elektrolyse auf der Natriumschicht aufliegt. Sein Ende führt also zur Schicht als Kathode der Zelle, während der Glühfaden die Anode bildet. Die fertige Zelle wird mit einem Europasockel versehen. P. SELÉNYI³ konnte einen Photostrom durch eine elektrolysierte gewöhnliche Vakuumglühlampe schicken, indem er den Glühfaden an

¹ R. C. BURT: Constancy of Total Photo-Current from Sodium with Temperature Change 20° C to -190° C. Phil. Mag. (4) 49, 1168—1176 (1925).

² L. MÁRTON u. E. ROSTÁS: Über die elektrolytische Herstellung von Photozellen und deren Verwendung. Z. techn. Phys. 10, 52—57 (1929).

³ Siehe P. SELÉNYI: Ionen und Elektronen in der Glühlampe, a. a. O.

einem Ende durchbrennen und sich auf die Schicht auflegen ließ; der stehengebliebene Stumpf war

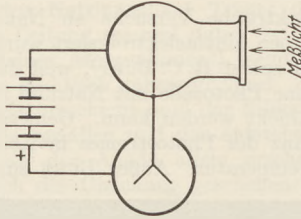


Fig. 3. Photozelle in elektrometrischer Schaltung.

der Anodendraht. Wir wollen den Photoeffekt in einer ähnlichen Schaltung demonstrieren, wie sie bei der modernen lichtelektrischen Photo-

aus, weil eine Wolke von Photoelektronen zum positiven Glühfaden fliegt und das Elektrometer auflädt. Nach Ausschalten der Lampe nimmt der Zeiger infolge der Widerstandsableitung wieder seine Nullage ein. Das Spiel kann mehrmals wiederholt werden, ohne daß man den Kondensator neu aufzuladen braucht. Eine Schattenprojektion des einfachen Aufbaus ist sehr wirkungsvoll. Eine Abbildung der Zelle gegen das Licht der Projektionslampe genügt dabei vollkommen; es ist nämlich nicht nötig, die Zelle peinlich vor Streulicht zu schützen und darum das Experiment in völlig verdunkeltem Raum vorzunehmen.

Physikalisches Institut der Universität Bonn.

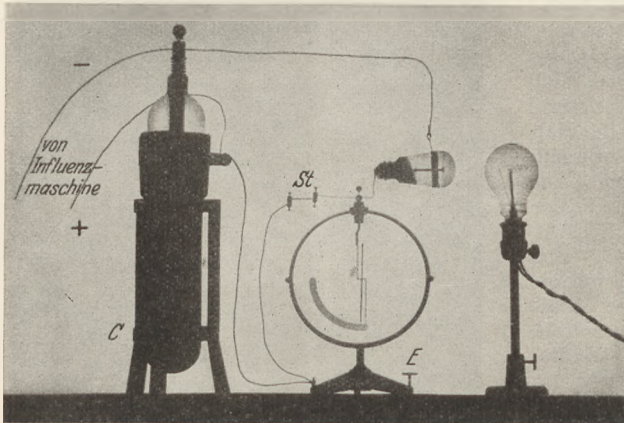


Fig. 4. Photoeffekt an einer elektrolysierten Vakuumglühlampe als Modellphotozelle. C aufgeladener Kondensator als Spannungsquelle (hier Minosflaschen-Kondensator von Schott & Gen., Jena, 1850 cm Kapazität). St Streichholzwiderstand zur Ableitung von Ladungen, die auf das Elektrometer durch mangelnde Isolation oder Influenz (Spitzenwirkung) übergehen. E BRAUNSCHEs Elektrometer bis 3000 V.

metrie üblich ist. Fig. 3 zeigt sie im Schema, und Fig. 4 bringt unsere Anordnung. Benutzt wird eine Lampe mit einem dicken und darum gut leitenden Belag. Sie erhält außen einen ringförmigen Stanniolstreifen und wird von Staub und Fett sorgfältig mit Äther gereinigt. Es ist zweckmäßig, den Glühfaden als Anode zu wählen und darum positiv aufzuladen, damit die Photoelektronen leicht abgefangen werden. Als Kathode dient dann der negativ aufgeladene Stanniolring, von dem man annehmen kann, daß er über die Kolbenwand leitend mit dem lichtempfindlichen Natriumbelag verbunden ist; denn die Leitfähigkeit des Ballonglases ist selbst bei Zimmertemperatur nicht zu vernachlässigen. Unsere Modellphotozelle wird an einen Kondensator als Spannungsquelle gelegt, der durch eine Influenzmaschine oder einen kleinen Induktor aufgeladen wird. Der Ableitwiderstand des Elektrometers wird so groß gemacht, daß dessen Zeiger in der Nullage bleibt. Der entscheidende Versuch wird in folgender Weise ausgeführt: Man schaltet eine Lampe von beispielsweise 100 Watt vor der Photozelle ein. Der Zeiger des Elektrometers schlägt kräftig bis an das Ende der Skala

Quantitative physikalische Versuche unter Verwendung eines Grammophon-Drehwerks. Von W. FINKE in Bremen.

I. Bestimmung der Schwingungszahl einer Stimmgabel. Auf den Teller des Grammophons legt man

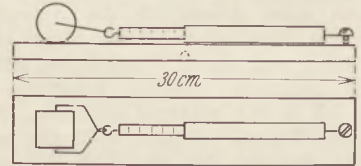


Fig. 1.

eine berußte Sperrholzscheibe und reguliert die Umlaufzeit auf genau eine Sekunde. Beschriftet man jetzt die Platte mit einer Stimmgabel und zählt die in dem Winkel 36 Grad liegenden, also $\frac{1}{10}$ Sekunde entsprechenden Schwingungen, so erhält man schnell die gewünschte Schwingungszahl.

II. Prüfung der Zentrifugalkraftformel. Man setzt auf den Drehteller das in der Fig. 1

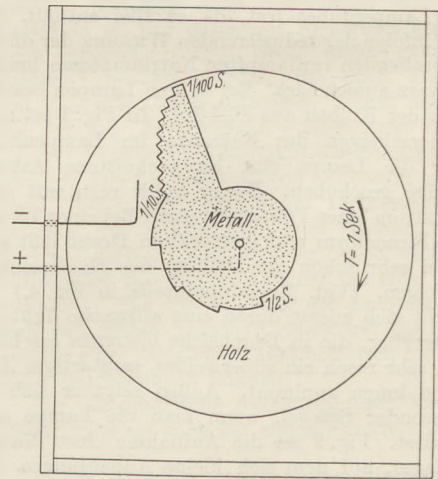


Fig. 2.

dargestellte Brett mit Federwaage (0 bis 100 g) und Walze (125 g) und stellt verschiedene Winkel-

geschwindigkeiten ein. Die Ablesung der Federwage gelingt leicht, da die Teilung im Drehzentrum abgelesen wird. Die Umlaufzeit wird aus jeweils 100 Umdrehungen, der Halbmesser am ruhenden Gerät ermittelt.

III. Eichung eines ballistischen Galvanometers und eines Kondensators¹. Das Drehwerk soll hier einen Stromstoß von beispielsweise $\frac{1}{10}$ Sekunde ermöglichen. Es wird auf genau

¹ Anmerkung der Schriftleitung. Vgl. den Bericht: W. SPREEN, Die Verwendung ballistischer Instrumente in der Elektrizitätslehre, diese Zeitschr. 45, 76 (1932), Fig. 1 auf S. 77. Der Bericht von W. SPREEN ist 2 Monate früher eingegangen als die vorstehende Notiz III.

1 Sekunde Umlaufzeit einreguliert, und auf den Teller kommt die in Fig. 2 dargestellte Sektorenscheibe. Das Metall dieser Scheibe berührt die Drehachse des mit dem einen Pol einer 4 Voltbatterie verbundenen Werks. Der andere Pol ist mit einem kräftigen Draht verbunden, der auf der Sektorenscheibe schleift. Galvanometer und Regulierwiderstand sind die gebräuchlichen Demonstrationinstrumente von HARTMANN und BRAUN. $I = 0,004$ Amp., $T = \frac{1}{10}$ Sek., Ausschlag = 6 Teilstr., mithin 1 Teilstr. = 0,00007 Amperesek. Ein Zweimikrofarad-Kondensator wird bei 220 Volt geladen und durch das Galvanometer entladen. Ausschlag = 6,5 Teilstr. Also Kapazität = $\frac{0,00007 \cdot 6,5 \text{ Amp.-Sek.}}{220 \text{ Volt}} = 0,000002 \text{ Farad.}$

3. Geschichte und Erkenntnislehre.

Wilhelm Ostwald †.

Am 4. April hat der unermüdete OSTWALD in seinem Landhause „Energie“ in Großbothen bei Grimma den letzten Atemzug getan. 78 $\frac{1}{2}$ Jahre waren ihm vergönnt. Mit verhältnismäßig kurzen Pausen der Ermattung war es eine ungewöhnlich erfolgreiche Arbeitszeit.

Mit gerechter Befriedigung hat OSTWALD auf seine Erfolge zurückgeblickt. Wichtiger aber als die Ergebnisse selbst war ihm die Frage, wie kommen sie zustande? Zu dieser Frage kehrt er immer wieder grübelnd in seinen „Lebenslinien“¹ zurück, in denen er sich selbst als einen Stoff behandelt, woran Spätere lernen sollen. Auch seine Lebensbeschreibungen anderer im Buch „große Männer“ sind in diesem Sinne gemeint.

OSTWALD hebt wiederholt hervor, wie wichtig für seine Forschungen die Betätigungen und „Allotria“ seiner Schülerzeit gewesen sind, und er bezeugt als reifer Mann den Eltern warmen Dank für das Gewährenlassen zu einer Zeit, da weder die Gebenden noch der Empfangende den Wert hiervon ermaßen konnten. Der Vater war Böttcher, strebsam und auf die geistige Förderung der Kinder bedacht. Handgeschicklichkeit und Überlegen vor der Arbeit hat der Sohn von ihm gelernt, aber Kenntnisse weiterer Art mußte er anderswo suchen, und die Gelegenheit dafür war in Riga sehr knapp. So war er viel auf eigene Findigkeit angewiesen, und der schmale Geldbeutel zwang ihn, seine kühnen Pläne mit einfachsten Behelfen zu verwirklichen. Die hierdurch erworbene Unabhängigkeit von fremder Hilfe, insbesondere von Handwerkern, hat OSTWALD später sehr genützt, was er anderen zur Lehre oft bezeugt. Zu den Malversuchen mußte er sich als Schüler die Farben selbst anreiben. Die Feuerwerkerei nach unzulänglicher Anleitung, die Erzeugung brauchbarer Abziehbilder, deren Verkauf die Kosten für Geräte und Chemikalien deckte, und gar das Photographieren

mit selbstgefertigter Kamera und Platte, für die er Salpetersäure, Kolloidum, Silbernitrat (aus einem zerbrochenen, leider sehr kupferhaltigen Löffel [I, 46]) selbst machen mußte, sind ungewöhnliche Leistungen für einen Tertianer, der dafür allerdings in den gewöhnlichen Tertianerleistungen zu wünschen übrig ließ und ein Jahr zusetzte.

Nach Vollendung des Studiums war er wieder den gewöhnlichen Leistungen abgeneigt, die damals für den Chemiker im Aufbauen neuer Stoffe bestanden. Wichtiger als die Stoffe selbst war ihm die Frage, wie kommen sie zustande? Die Vorgänge bei der Vereinigung und Trennung, ihre Bedingungen, ihren Verlauf, die treibenden Kräfte, dieses alles wünschte er nach Maß und Zahl zu ergründen. Die sehr zahlreichen eintönigen Messungen, die dafür mit peinlicher Sorgfalt gemacht werden mußten, haben ihn nie gelangweilt. Er bezeichnet sie als eine wohlthuende Verdünnung der Denkarbeit. So entstanden die Forscherarbeiten, die ihm Weltruhm eingebracht haben. Aber weil er nie einen neuen Stoff entdeckt hat, galt er noch lange vielen Fachgenossen gar nicht als ein richtiger Chemiker (II, 48).

Ein vortreffliches Gedächtnis erlaubte OSTWALD, ungeheuer viel mit Erfolg zu lesen. „Und jene wohltätige Einrichtung im wissenschaftlichen Gehirn, durch welche selbsttätig Ähnliches sich zu Ähnlichem schließt, bewirkte, daß das, was ich wie Kraut und Rüben durcheinander aufgenommen hatte, nach einiger Zeit zu großen, gut übersehbaren Massen zusammengeronnen war (I, 138).“ Diese glückliche Veranlagung zum Ordnen befähigte ihn, durch seine Bücher sowohl den in vorderster Reihe stehenden Forschern, wie auch den lernenden Anfängern ein Führer durch den gar zu dicht gewordenen Wald der Einzelkenntnisse zu sein (III, 24). Aus wiederholtem Erfolg in dieser Betätigung erwuchs ihm die Frage, wie kommt Ordnung zustande? Daraus ward eine neue Forschungsaufgabe, und er schuf sich eine wissenschaftliche Ordnungslehre, die er als Vorstufe der Mathematik auffaßt und Mathetik benennt. Um sie zu erproben, wandte

¹ Die Zitate beziehen sich auf diese Selbstbiographie: Lebenslinien, von W. Ostwald; 3 Bde. Berlin 1927. Klasing und Co.

er sie auf alles an, was ihm in den Weg kam, nicht selten zum Unbehagen harmloser Mitmenschen. OSKAR VON MILLER spottet darüber: „Wenn OSTWALD eine Maß Bier trinken will, so muß er sich erst über die Beziehung dieses Ereignisses zur Weltordnung klar werden (III, 202)“.

OSTWALD stellt das Ordnen der Forschungsergebnisse noch über das Forschen; über beide aber stellt er die Aufgabe, werdenden Forschern ein Führer und Erzieher zu sein. Nachdem er selbst Jahre hindurch diese Aufgabe mit großem Erfolge durchgeführt hat, fällt ihm auf, wie sehr einige der größten Forscher in dieser Hinsicht versagt haben. Fortan beschäftigt ihn die Frage: Wie kommt diese Fähigkeit zustande? Neben Wissen und Können scheint ihm ein Temperament notwendig zu sein, ähnlich dem, das er selber hat (II, 433; III, 127). Wie sehr ihn auch die Hauptaufgabe erfüllt, er vergißt daneben nicht die Chemiker, die andere Bedürfnisse haben. So richtet er für künftige Lehrer besondere Übungen in chemischen Schulversuchen ein (II, 43; 268) und kämpft erfolgreich für die Sicherung einer umfassenden und gründlichen Ausbildung der Betriebschemiker (II, 249).

Für die besonderen Aufgaben der Schule hat OSTWALD immer Verständnis und Wertschätzung gehabt. Er übernahm 1880 den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht in der Dorpater Kreisschule, um seine Einnahmen so weit zu erhöhen, daß er heiraten konnte, und er berichtet: „Diese Wendung zum praktischen Lehrberuf muß ich als einen der vielen glücklichen Zufälle anerkennen, an denen sich mein Leben günstig hat entwickeln können (I, 153). Im Gegensatz hierzu sagt er von einem seiner Lehrer: „Er gehörte zu den durch den Einfluß des wissenschaftlichen Universitätsstudiums ihrem unterrichtlichen Beruf rettungslos entfremdeten Lehrern, die sich wie Pegasus im Joche vorkommen und auf ihre tägliche Arbeit mit Verachtung und Verdruß herabsehen“ (I, 52). An unseren Schulformen hat er viel auszusetzen, sie erscheinen ihm in den Stücken, die am meisten gelten, rückständig. Er fühlt sich hier als Anwalt der deutschen Jugend, der er die beiden ersten Bände seiner Lebenslinien gewidmet hat.

Statt einer Aufzählung der Leistungen OSTWALD'S, die den Lesern dieser Zeitschrift einigermaßen bekannt sein dürften, haben wir versucht anzudeuten, in welchem Licht er selber sein Wirken sieht. Hierzu paßt es, wenn wir nun noch seiner messenden Farbenlehre einige werbende Worte widmen. Manche seiner Gegner glauben, sie als ein leicht hingeworfenes Gebilde einer lebhaften und müßigen Phantasie abtun zu dürfen. OSTWALD hält die Schaffung der messenden Farbenlehre für die größte Leistung, die ihm zu vollbringen vergönnt gewesen ist (I, 30), weil sie ihm am meisten Mühe verursacht hat (III, 403) und die Gesamtheit aller seiner Erfahrungen erforderte: das Farbenreiben als Schüler, die Malversuche seiner Ferienholung, seine Belesenheit, seine Kunst und Ausdauer im Messen, seine Mathetik. Schließlich wertet er sie auch deshalb

hoch, weil sie einem viel weiteren Kreise zugute kommt, als seine früheren Arbeiten. Angesichts der geklärten Ergebnisse fragt OSTWALD, warum frühere Forscher das Ziel nicht erreicht haben (I, 30), und sagt: „So zweifle ich beispielsweise nicht, daß HELMHOLTZ ein halbes Jahrhundert vor mir die messende Farbenlehre geschaffen hätte, wenn er mit Tünche und Pinsel ebenso vertraut gewesen wäre, wie mit Differentialgleichungen (III, 19)“.

Dem Physiker wird es nicht leicht, zur Farbenlehre die richtige Stellung einzunehmen. Sie ist für das Auge da, nicht für das Auge des Physikers, sondern für das Auge des Malers. Das will sagen, sie bezieht sich nur auf das, was bei weißem (Tages-) Licht gesehen wird. Zu den Messungen sind freilich die Hilfsmittel des Physikers unentbehrlich, aber nur als Hilfsmittel, die letzte Entscheidung bleibt dem Auge.

Die Physik hat einst sehr mühsam die Vorstellung überwunden, daß Farbe eine physikalische Eigenschaft des Lichtes sei, wie z. B. BREWSTER noch annahm. Sie hat immer mehr das Auge auszuschalten gelernt und erforscht seine Eigenschaften hauptsächlich zu dem Zweck, die Zutat des Auges von dem Beobachtungsergebnis abzuziehen zu können. Sie ordnet jetzt die Lichtwellen nach der Schwingungszahl, beiderseits weit über das hinaus, was das Auge empfindet. Dem Auge aber ordnen sich die Farben zu einem lückenlosen Kreise, der außer dem Spektrum Purpur als einfache Farbe enthält, wozu es kein einfaches Licht gibt¹.

Genau so, wie vom spektralen Gelb ($\lambda = 0,578 \mu$) wird das Auge von einem passend bemessenen Gemisch Grün und Orange (0,560 und 0,610 etwa) gereizt und ebenso von vielen anderen Gemischen. Diese spektroskopisch verschiedenen Gelb dürfen in einer Farbenlehre fürs Auge nicht unterschieden werden. Ein gelber Farbaufstrich ist um so besser, je mehr von diesen gleich aussehenden Gelbmischungen er liefert, je näher er dem Farbenhalf (halben Farbtonekreis) kommt.

HELMHOLTZ zeigte, daß Schwefelgelb neben hellerem Gelb oder Weiß als Olivgrün erscheint. Ebenso erscheint schwaches Weiß neben hellerem als Grau und Orange als Braun. Fehlt das hellere Feld, so gibt es kein Oliv, Grau oder Braun. Der Maler kann auf diese gebrochenen Farben nicht verzichten. HERING ordnete sie in die farbtongleichen Dreiecke¹ ein, OSTWALD nannte sie wegen der Notwendigkeit des Vergleichsfeldes „Bezogene Farben“. In ihnen unterscheidet das Auge mehr als das Spektroskop; es wertet das Verhältnis des einfallenden und zurückgeworfenen Lichtes.

Weiß, Grau und Schwarz sind dem Auge Empfindungen von wesentlich anderer Art als Rot, Gelb, Grün, Blau, was dem Physiker wieder als überwundener Standpunkt erscheint. Aber die Farbenlehre ist fürs Auge. Jede gebrochene

¹ Vgl. die Farbendrucke in der kurzen Einführung in die Farbenlehre in Reclams Universalbibliothek Nr. 6041—6044.

Farbe läßt sich auf dem Farbkreislauf aus Weiß, Schwarz und Vollfarbe zusammensetzen. Die so besetzten Bruchteile der Kreisfläche geben notwendig die Summe Eins, d. h. die ganze Kreisfläche. Schwarz als positiver Bestandteil neben Weiß und Rot ist auch etwas, was der Physiker nicht in seinem Hause hat.

Zur wesentlichen Ausgestaltung der Farbenlehre gehörte die Anwendung des FECHNERSchen Gesetzes. Im dreifaltigen Farbkörper ordneten sich nun sämtliche möglichen Farbentöne so, daß auf die einfachste Weise harmonisch zueinander passende abgegriffen werden können. Damit hat OSTWALD in schwer erarbeiteter Beschränkung auf die notwendigen Unterscheidungen den vollständigen und leicht verständlichen Wegweiser durch die Farbenwelt des Malers geschaffen. Über die Grenzen dieses Gebietes hinaus ist der Farbkörper nicht als Führer bestimmt und, wenn er dazu irrtümlich benutzt wird, ist OSTWALD für die Folgen nicht verantwortlich. Das eingehende Studium dieser Farbenlehre sei als nützliche Freude zur dankbaren Erinnerung an WILHELM OSTWALD empfohlen. *W. Vn.*

Erinnerungen an Friedrich C. G. Müller. Von Dr. OTTO CURIO in Berlin.

Am 16. Juli jährt sich zum ersten Male der Tag, an dem unser Altmeister FRIEDRICH C. G. MÜLLER die Augen für immer geschlossen hat. Wiederholt sind in dieser Zeitschrift die wichtigsten Lebensumstände MÜLLERS bekannt gegeben worden, so in dem Heft, das ihm aus Anlaß seines 70. Geburtstages gewidmet worden ist [31, H. 4 (1918)], und in dem ihm zum 80. Geburtstage dargebrachten Glückwunsch [41, 114 (1928)]. Auch hat A. WENZEL bei einer vom Berliner Verein zur Förderung des physikalischen Unterrichts am 29. September 1931 veranstalteten Gedenkfeier den Lebens- und Bildungsgang des Heimgegangenen geschildert und seine unvergänglichen Verdienste um den physikalischen und chemischen Unterricht eingehend gewürdigt.

Und doch geben alle diese Darstellungen kein vollständiges Bild davon, wie MÜLLER wirklich war. Auch seine Werke, sowohl die wissenschaftlichen wie die pädagogischen, sind „Bruchstücke einer großen Konfession“ und nur aus der Kenntnis des ganzen Menschen heraus richtig zu bewerten. An ihrer außerordentlichen Bedeutung ist nicht zu zweifeln. Sind doch seine Forschungen über die Bildung des Stahles grundlegend gewesen, und müssen seine alle Gebiete umfassenden Erfindungen von messenden physikalischen und chemischen Schulversuchen als so hervorragend bezeichnet werden, daß noch die folgende Generation von Schulphysikern und -chemikern damit zu tun haben wird, sie nach allen Richtungen hin auszuschöpfen. Ja, MÜLLERS Lebensarbeit ist eine so ungeheure gewesen, daß auch Fachleute vor einem Rätsel stehen bei der Beantwortung der Frage, wie diese Leistung neben der Berufsarbeit selbst in einem 84-jährigen Leben bewältigt werden konnte.

Daher ist es für den Kenner seiner Arbeiten im höchsten Grade reizvoll, den Quellen dieser Lebensenergie nachzuspüren und die äußeren Umstände zu untersuchen, unter deren hemmendem und förderndem Einfluß sie zu so bedeutender Wirkung gelangt ist.

Daß eine derartige biographische Aufgabe im vollen Umfange gelöst werden könnte, bezweifle ich. Es gehört dazu die schöpferische Schau eines die ganze Persönlichkeit erfassenden, kongenialen Geistes. Und noch ein anderer Umstand schränkt die Lösungsmöglichkeit dieser Aufgabe ein. In einer für die Öffentlichkeit bestimmten Arbeit ist es nicht angängig, die letzten Schleier von der Seele eines Menschen zu ziehen. Aus diesen Gründen wird die von mir im folgenden versuchte Charakteristik, die ich als ehemaliger Schüler und späterer Freund MÜLLERS im Auftrage der Schriftleitung unternehme, Stückwerk bleiben müssen.

Zunächst will ich MÜLLER als Lehrer zu schildern versuchen.

Als Quartaner, es war Mitte der neunziger Jahre, genoß ich zum ersten Male seinen Unterricht, und zwar in der Geometrie. Noch heute entsinne ich mich der vielen Scharen von Linien, mit denen wir in allen möglichen Verknüpfungen und Variationen Seite für Seite unseres Heftes bedeckten. Wir fanden das spaßig und ahnten nicht, daß wir so auf ganz unmerkliche und mühelose Weise von einer gründlich befestigten Anschauung aus zu den geometrischen Grundbegriffen hingeleitet wurden. Später erkannte ich, daß sich schon in diesen Linienspielen die „Klaue des Löwen“ gezeigt hatte: die in seinem ganzen pädagogischen Lebenswerk bewährte, von der Anschauung ausgehende und allmählich zum Denken hinüberleitende Methodik.

Das größte Erlebnis meines Schuldaseins waren aber die Stunden in Physik und Chemie, die für mich Lebensschicksal werden sollten. Wenn ich heute das Stenogramm des MÜLLERSchen Unterrichts durchblättere, so bin ich erstaunt über den Reichtum des Gebotenen, vor allem aber über die nie wieder bei einem Lehrer erlebte Fähigkeit, ein Problem in seiner ganzen Tiefe zu erfassen, seinen Kern gedanklich herauszuarbeiten und mit den elementarsten Mitteln experimentell zu veranschaulichen. Um selbst über die weltumspannenden Probleme seiner Wissenschaften zur vollen Klarheit zu gelangen, arbeitete er ihre methodische Darstellung bis ins kleinste aus. Selbst im hohen Alter, als er längst aufgehört hatte, zu unterrichten, drängte es ihn, sich noch einmal von dem wunderbaren Aufbau der NEWTONSchen Dynamik in Form einer methodischen Darstellung für die Oberstufe höherer Schulen Rechenschaft zu geben [diese Zeitschrift 40, 253 (1927)].

Aus den vielen Beispielen dieser glänzenden methodischen Kunst will ich nur eines herausgreifen und näher ausführen, die schulmäßige Theorie des Hebels, der „für den Menschen wichtigsten Maschine“, wie MÜLLER einleitend sagte.

Die analytische Ableitung aus dem Energie-satz genügte ihm nicht, sie war ihm zu äußerlich. Das bloße Messen der Kräfte und Wege an den Enden des Hebels verglich er mit dem Arbeiten an einem schwarzen Kasten, in den wir nicht hineinschauen könnten und aus dem nur die Enden des Hebels heraussehen. Er wollte das Dunkel im Innern des Kastens aufhellen, den inneren Mechanismus der geheimnisvollen Kraftübertragung von einem Angriffspunkt zum anderen verständlich machen. Wie MÜLLER das erreicht hat, kann jeder selbst nachlesen [ds. Ztschr. 15, 9 (1902)]. Meine Aufgabe kann es hier nur sein, die eigenartige Arbeitsweise MÜLLERS an diesem Sonderfall näher zu beleuchten. Aus seinem Gedankengange, der den Hebel auf den Satz vom Parallelogramm der Kräfte zurückführt, ergab sich eine Reihe von experimentellen Forderungen. Die üblichen Schulapparate erlaubten wohl, das Endergebnis eines Gesetzes zu demonstrieren, aber nicht, den Gedankengang einer Ableitung zu versinnlichen. Wie in dem Fall des Hebels (a. a. O. Fig. 1 und 3) erwachsen aus Forderungen dieser Art eine große Anzahl von neuen originellen Konstruktionen MÜLLERS.

Nie fesselte ihn nur die gewonnene Erkenntnis selbst; sondern die Freude an dem Wandern auf dem Wege, der zu dieser Erkenntnis führt, und das aus tiefstem Sicherheitsbedürfnis geborene Bemühen, ihn gut zu unterbauen, waren die Hauptquellen seiner pädagogischen Leistungen. Aus diesem Grunde stellte er auch den messenden Versuch in den Vordergrund. Die Schüler sollten aus selbstgewonnenen Zahlenreihen auf deduktivem oder induktivem Wege zu ihren Ergebnissen gelangen und sich durch die genaue Kenntnis des Weges, der zu diesen führt, auch eine kritische Beurteilung des Gültigkeitsbereiches der Naturgesetze zu eigen machen.

Das großartigste Beispiel methodischer Durcharbeitung eines größeren Gebietes ist wohl MÜLLERS Einführung in die Chemie, die er selbst als eine seiner besten Leistungen ansah. In geradezu verschwenderischer Fülle fielen hier die neuen Konstruktionen und Versuchsanordnungen wie reife Früchte von dem Baume methodischer Überlegungen. Gerade die Lücken, die der folgerichtige Aufbau der chemischen Vorstellungen dem Unterrichte bot, reizten ihn zur Ausfüllung. Deshalb erblickte er in diesem Teil des chemischen Unterrichts, der ein sicheres gedankliches Fortschreiten von Tatsache zu Tatsache ermöglicht, den größten bildenden Wert, den er überhaupt zu vermitteln hat. Nach MÜLLERS schon vor 60 Jahren ausgesprochener Ansicht erlahmt der chemische Unterricht gegen das Ende hin in der Anspornung der Denkkraft, da die quantitativen Beziehungen sich wegen der zeitraubenden genauen Messungen nicht schulmäßig vorführen lassen. Seinen allgemein bildenden Charakter erhält er auf der Oberstufe in der Hauptsache durch die überragende Rolle, die die chemischen Vorgänge im Haushalte der Natur und in der Entwicklung der menschlichen Kultur spielen.

Ein weiterer charakteristischer Zug im Wesen und dementsprechend im Unterricht MÜLLERS lag in der philosophischen Durchdringung des Stoffes. Nie blieb er bei der geistigen Auswertung von Versuch und Rechnung stehen. Ob er die Schwingungsformel mit seinem Reifenapparat bestätigte, ob er die NEWTONSche Mondrechnung vorführte, ob er die Erscheinungen in dem uns umflutenden Lichtmeer verfolgte, stets hatte er das Bestreben, im Sinne WUNDTs eine die Bestandteile des Einzelwissens verbindende Weltanschauung zu vermitteln. Besonderen Wert legte er darauf, die Grenzen der Leistungsfähigkeit der in den Naturgesetzen verankerten leitenden Ideen klar abzustecken und so „den Boden für die Probleme der Metaphysik und die religiöse Erfassung des Urgrunds alles Weltgeschehens vorzubereiten“. Gerade diese Lektionen sind mir als unvergeßliche Weinstunden in der Erinnerung geblieben, denen sich kein Unterricht in einem kulturkundlichen Fach an die Seite stellen konnte.

Von welchem sittlichen Ernst MÜLLERS Auffassung der Naturwissenschaften getragen war, zeigt folgender kleine Vorfall. Am Sonntagvormittag durfte ich manchmal beim Ausprobieren neuer Versuche helfen. Ein anderer Schüler, der ebenfalls großes Interesse an MÜLLERS Unterricht hatte, durfte jedoch am Sonntag nicht in die Schule kommen, da er mit seinen Eltern in die Kirche gehen mußte. MÜLLER erkannte selbstverständlich diesen Grund an, fügte aber hinzu: „Das, was wir hier machen, ist auch Gottesdienst!“

In demselben philosophischen Sinne wußte er die Himmelsbeobachtungen zu gestalten, die wir an sternklaren Winterabenden auf dem Marienberge bei Brandenburg oder am Ufer der Havel mit dem großen Schulfernrohr anstellten. Die großen Entdeckungen GALILEIS, die Phasen der Venus, die Monde des Jupiter, die Erdenähnlichkeit unseres Mondes mit seinen Bergen und ihrem tiefen Schattenwurf in den Tälern, die Auflösung der Lichtnebel der Milchstraße in Sterneneere, erlebte ich mit derselben Ergriffenheit wie der Mann, dessen „Augen mehr gesehen hatten, als je vorher die Augen eines Sterblichen“. So legte MÜLLER damals den Gedanken, im Ganzen des Weltalls zu leben, und das Gefühl der Bescheidenheit vor der Allmacht des Schöpfers als Samenkörner in Geist und Seele seiner jugendlichen Hörer. Daß sie nicht in allen keimen und Frucht tragen würden, darüber gab er sich als guter Menschenkenner keiner Täuschung hin.

An dieser Stelle sei ein kurzes Wort über MÜLLERS Verhältnis zu seinen Schülern eingeschaltet. Waren es auch nur wenige, die vollen Nutzen aus seinem Unterrichte zogen und seine wahre Bedeutung erkannten oder wenigstens ahnten, so hatten doch auch die übrigen Achtung und Ehrfurcht vor diesem Mann, selbst wenn er ihnen in seinem ganzen Verhalten etwas absonderlich erschien. Diejenigen, die nicht anbissen, weil sie nicht konnten oder nicht wollten, nannte er die „Indianer vom Ohio“, ein Ausdruck, der

unter uns Schülern zum geflügelten Wort wurde. Durch ein einfaches Mittel fand er sie bald heraus. Er stellte mitten auf den leeren Experimentiertisch eine große leuchtende Gasflamme und ließ sie während der ganzen Stunde brennen, ohne sie zu einem Versuch zu benutzen. Es dauerte nicht lange, bis die Indianer und die „kindschen Menschen“ der Hypnose der „wabernden Lohe“ erlagen und in einen so tiefen Schlaf verfielen, daß sie den Lehrer überhaupt nicht mehr sprechen hörten. Diese kleine Geschichte zeigt übrigens, daß er auch den Schalk im Nacken sitzen hatte.

Die Züge, die ich bis jetzt in dem Bilde MÜLLERS gezeichnet habe, entsprechen im wesentlichen dem, was aus seinen Schriften allgemeiner bekannt geworden ist. Wenn wir aber die Leistung eines Menschen richtig beurteilen wollen, so dürfen wir sie nicht nur nach ihrem absoluten Werte messen, sondern müssen uns auch bemühen, den Weg zum Erfolge mit allen seinen Schwierigkeiten kennen zu lernen. Wenn ich mich deshalb jetzt der Betrachtung des Lebensganges MÜLLERS zuwende, so soll dies natürlich nicht in der Form geschehen, daß ich Bekanntes chronologisch aufzähle, sondern stets im Hinblick auf den Zweck, durch die Schilderung der Art und Weise, wie MÜLLER sich mit dem Leben auseinandergesetzt hat, die Eigenart seiner Persönlichkeit in das rechte Licht zu rücken. Selbstverständlich kenne ich recht gut die Grenzen, die einem solchen Versuche, in die Tiefen der Motive eines Menschen hinabzuleuchten, gesteckt sind. Die moderne Psychologie hat nachgewiesen, daß die Mehrzahl unserer Gedanken und Handlungen Äußerungen des Unbewußten, des Erbeites einer langen Ahnenreihe sind, die durch Einflüsse der Umgebung, der Erziehung usw. modifiziert worden sind. Ohne mich aber auf eine Deutung der besonderen Natur dieses inneren Faktors einzulassen, will ich nun versuchen, ihn wie eine Unbekannte aus einer Gleichung zu erschließen, auf deren linker Seite das wechselseitige Spiel der persönlichen Kräfte mit den äußeren Kräften des Zufalls, auf deren rechter Seite das fertige Schicksal als Ergebnis steht.

Über MÜLLERS Kindheit waltete als guter Engel eine Mutter, wie ihm das Geschick keine bessere hätte bescheren können. In ihr wie in ihrer ganzen Familie lebte der Trieb nach oben. Als sie durch einen Unfall ihren Mann verlor, war der kleine Friedrich erst 10 Jahre alt. Trotzdem sie bald die Gutsmühle aufgeben mußte, die schon die Voreltern ihres Mannes in Pacht gehabt hatten, reifte in ihr der Entschluß, ihre beiden Söhne, Fritz und seinen um 10 Jahre jüngeren Bruder, studieren zu lassen. Für die vielen Opfer und Entbehrungen, die die Ausführung dieses Entschlusses erforderte, bewies MÜLLER seiner Mutter bis ins Alter eine heiße Dankbarkeit und eine grenzenlose Verehrung.

Der Unterricht in Physik und Chemie auf dem Holzmindener Gymnasium bot MÜLLER wenig Anregung. Die Bekanntschaft mit dem Apotheker des Ortes nutzte er aber so gut für die Förderung seiner Kenntnisse in der analytischen Chemie aus,

daß er in Göttingen sofort mit den Praktikanten des 3. Semesters zusammen arbeiten durfte.

In Göttingen war ihm das Glück weiterhin hold. Er gewann hier das Vertrauen FRIEDRICH WÖHLERS in solchem Maße, daß dieser ihn zu seinem Vorlesungsassistenten machte. Von der größten Bedeutung wurde WÖHLER dadurch für ihn, daß er dem Leben des jungen Mannes die entscheidende und, wie wir heute sagen können, glückliche Wendung gab. MÜLLER wandte sich auf Zureden WÖHLERS und mit dessen Empfehlungen verschen dem Lehrerberufe zu. WÖHLER hatte ihn auch darauf hingewiesen, daß er selbst als Lehrer der Friedrichs-Werderschen Schule in Berlin seine Laufbahn angefangen hätte. Ein weiterer Glücksumstand war es, daß WÖHLER ihm ein Exemplar des neu erschienenen Lehrbuches der Chemie von ARENDT aushändigte. MÜLLER sagt in seinen Erinnerungen selbst, daß er es diesem ausgezeichneten Buche verdanke, wenn er bei seinem Unterricht nicht in den systematischen Lehrgang der Hochschule verfallen sei, und daß die vorbildliche Methodik ARENDTS auch seinen Physikunterricht befruchtet habe. So kam es, daß methodische Fragen von Anfang an im Vordergrund seines Interesses standen und das Leitmotiv seiner Lebensarbeit wurden, soweit diese der Schule gewidmet war.

Sein eigenes innerstes Bedürfnis nach methodischer Darstellung kam diesen Forderungen seines Berufes in weitestem Umfange entgegen. Wäre das aber alles gewesen, was er selbst zu bieten gehabt hätte, so wäre er im günstigsten Falle ein guter Lehrer geworden und weiter nichts. Es mußte aus seinem Innern etwas Neues hinzutreten, um den in ihm lebenden Ideen zum wirkungsvollen Ausdruck zu verhelfen. Dieses Neue war der vom Vater ererbte „Sinn zum Erfinden und Bauen von Mechanismen aller Art“. Wie unwiderstehlich dieser Drang war, mögen folgende kleine Geschichten zeigen.

Als Schüler wollte er ein Perpetuum mobile bauen. Er hat lange an einem Apparat gebastelt, der in seinem Heimatdorfe ganz bekannt war. Zum Betriebe sammelte er vorzugsweise Räder aus Uhren, auch aus solchen, die noch nicht ganz zum Abbau reif waren.

An die Geschichte mit dem „Murkepott“ erinnerte sich MÜLLER selbst mit dem größten Vergnügen. Zu bestimmter Zeit wurden abends die Bauernfrauen, wenn sie an den Hecken der Wege entlang gingen, in helle Aufregung versetzt, da unerklärliche, teuflische Töne aus dem Gebüsch zu ihnen drangen. Der Erzeuger dieses akustischen Phänomens war der kleine FRITZ MÜLLER; er hatte über einen Bunzlauer Einmachetopf eine frische Schweinsblase gespannt und sie nach dem Eintrocknen mit einem langen Strohalm durchbohrt. So konnte er diese unheimlichen Töne erzeugen, ohne selbst entdeckt zu werden. Der Spuk kam endlich heraus, als er die Musik an einem Fenster wiederholte und gleichzeitig einen ausgehöhlten, inwendig erleuchteten Kürbis mit eingeschnittener Fratze in das Fenster hielt.

Daß diese Jugendeinfälle tatsächlich eine bedeutende erfinderische Begabung angekündigt hatten, bewies seine erste größere Leistung, das selbstregistrierende und signalisierende Gefäßbarometer, welches sich heute im Deutschen Museum in München befindet. Und daß diese Erfindungsgabe ein unerschöpflicher Quell war, haben seine zahlreichen originellen Konstruktionen von Schulapparaten gezeigt.

So ist erst aus dem Zusammenwirken aller genannten Faktoren, der Kraft der Ideen, der Fähigkeit, sie zu gestalten, und der Möglichkeit, in einem geeigneten Berufe die entsprechenden Aufgaben und Probleme zu finden, das einzig dastehende Lebenswerk MÜLLERS zu erklären.

Ich glaube, der Bedeutung MÜLLERS keinen Abtrag zu tun, wenn ich bei dieser Gelegenheit auf einen anderen Umstand hinweise, der in gleichem Sinne wie die drei genannten wirkte, nämlich auf den durch die äußeren Verhältnisse bedingten Zwang zur Arbeit, den wir ja auch bei allen kulturellen Fortschritten der Menschheit als mächtigsten Motor beobachten können.

MÜLLER hatte früh geheiratet. Von tiefer Liebe zu der hübschen Tochter einer hochgebildeten Osnabrücker Familie ergriffen, hatte er sich von dem, wie er selbst sagte, „verhängnisvollen“ Dichterwort vom Raum in der kleinsten Hütte leiten lassen. Infolge von Krankheit nistete sich trotz aller Wirtschaftlichkeit der Lebensführung die Sorge in der jungen Ehe ein. Um die Not zu bannen, beflügelte er seinen von Natur aus starken Arbeitstrieb und ergriff mit Freuden die Gelegenheit zu einem lohnenden Nebenverdienst. Durch sein Barometer hatte er die Aufmerksamkeit der leitenden Herren des Osnabrücker Stahlwerkes auf sich gelenkt. Diese übertrugen ihm die Betriebsanalysen von Roh-eisen- und Stahlproben.

Was MÜLLER nun in seiner ganzen Größe zeigt, ist die Tatsache, daß er sich nicht mit einer geschäftsmäßigen Erledigung der Angelegenheit begnügt, sondern aus den Analyseergebnissen das Material für eine grundlegende Erforschung der metallurgischen Vorgänge in der Bessemerbirne schafft, die er mit der Entdeckung des für die Stahlbildung wichtigen Eisenkarbids krönt. Neben dem Verdienst, der, wie er mir einmal sagte, zeitweise so hoch wie sein Gehalt als Oberlehrer war, hatte ihm seine Arbeit einen Ruhm eingebracht, der ihm den Zutritt zu den bedeutendsten Stahlwerken Englands, Frankreichs, Belgiens, Schwedens und Österreichs verschaffte. Außerdem hatte der Verkehr mit den Vertretern der Großindustrie und die Reisen ins Ausland seinen Gesichtskreis bedeutend erweitert. Eine ihm angebotene Stelle als Direktor bei Krupp hatte er abgelehnt. Die Liebe zur freien Wissenschaft und zu seinem Beruf, der ihm die beste Möglichkeit bot, sich selbst treu zu bleiben, hatte den Ausschlag gegeben.

„Das stählerne Jahrzehnt, welches sein goldenes geworden war“, hat ihn bereits als den besten treusorgenden Familienvater gezeigt.

Um ihn aber ganz als den prachtvollen, gemüts-tiefen Menschen kennen zu lernen, der er war, müssen wir ihn in seine Familie begleiten. Hier sehen wir ihn wieder als Naturfreund, aber von der biologischen Seite. Wie er selbst als Junge auf dem Dorf in engster Berührung mit der Pflanzen- und Tierwelt aufgewachsen ist, so sollen auch seine Kinder, zwei Töchter, gerade als Stadtmenschen mit der Natur vertraut werden. So hält er ihnen einen Igel und eine Ringelnatter, die sich frei im Zimmer umherbewegen können. Auf den Wanderungen, die er von Osnabrück aus mit Vorliebe in den Teutoburger Wald macht, sucht er in den Kindern dieselbe Liebe zur Natur zu wecken, die ihn be-seelt. Zu Hause wurde besonders Brehms Tierleben gelesen. Bei allen Gelegenheiten kam seine Sangeslust zum Durchbruch. Für jede Lebenslage hatte er ein passendes Lied zur Verfügung. Seiner älteren Tochter steht noch heute das Bild vor Augen, wie er nach der Melodie: „Als die Römer frech geworden“ den Kinderwagen langsam vor sich herschob, um ihn dann bei der Stelle: „Simserim sim sim sim“ im Tempo der Musik schnell hin und her zu schütteln.

Eine andere kleine Geschichte, die ein besonderes Zeugnis von seinem tiefen Gemüt ablegt, ist die folgende. Es ist abends um die Weihnachtszeit. Die Kinder essen gerade ihren Brei. Da klopft es an das Fenster. Die Mutter zieht den Vorhang zurück, öffnet das Fenster und zieht zur Verwunderung der Kinder einen mit einigen Schaumsachen geschmückten Weihnachtsbaum ins Zimmer, den Papa MÜLLER mit einem Bindfaden vom Bodenfenster aus heruntergelassen hat. Die Kinder aber glaubten, daß das Christkindchen ganz besonders zu ihnen gekommen wäre.

So lustig wie zu Hause, wenn er seinen Kindern alte Tänze am Klavier vorspielte, war er auch in Gesellschaft. Auch sein Talent zum Reden zeigte sich hier. Allerdings mußte er sich vorbereiten. Zwischenrufe konnte er nicht leiden, da sie ihn aus dem Konzept brachten. In Versammlungen konnte er nicht reden, ein Umstand, der vielleicht mit dazu beigetragen hat, ihn in Kollegenkreisen nicht so bekannt werden zu lassen, wie er es verdiente.

Jedenfalls war er in jungen und mittleren Jahren kein Einsiedler und keine Studiermaschine. Ja, es hat Zeiten gegeben, in denen er in keiner Nacht vor 12 Uhr nach Hause gekommen ist und die Physik ihn überhaupt nicht interessiert hat.

Wiederholt haben wir Proben seines goldenen Humors zu hören bekommen. Wer aber dessen ganze Fülle kennen lernen will, der lese seine „Vergnügte Reise nach Schweden“ (erschieden in der Zeitschrift „Stahl und Eisen“ 1888, H. 2, 4, 5, 6). Er unternahm die Reise zusammen mit einem Stahlwerksbesitzer. Prachtvolle Landschaftsschilderungen, kunstgeschichtliche Betrachtungen, für den Fachmann bestimmte Beschreibungen der besuchten Bergwerke und Eisenhütten wechseln in reizvoller Folge mit lustigen

Reiseerlebnissen ab, bei denen das „Getränk, welches die Sorgen bricht und die Herzen der Menschen einander näher bringt“, besonders aber das schöne Geschlecht eine hervorragende Rolle spielt. Man stelle sich FRIEDRICH C. G. MÜLLER vor, wie er „in seligem Schmerz mit rühmender Beharrlichkeit eine ideal schöne Dame“ in dem düsteren Falun wiederzufinden sucht. Er gehört sicher auch zu den Leuten, von denen er sagt, „daß sie jeder Landschaft den Rücken kehren, wenn ein liebes Gesicht oder ein tiefes Augenpaar in den Bereich ihrer Sehweite tritt“. Wie treffend sind seine Urteile über Land und Leute! Gerade in der Art, wie sich die großen Massen vergnügen, sieht er die eigentümliche seelische Veranlagung der Völker. Und er kann vergleichen, da er Erfahrung hat. Er ist auf den Pariser Boulevards ebenso zu Hause wie im Londoner Kristallpalast, im Stockholmer Tiergarten wie im Kopenhagener Tivoli, im Wiener Prater wie in der Berliner Hasenheide. Er hält diese Geschmacksrichtung des großen Publikums für „eine ganz heilsame Reaktion gegen die Überproduktion an sogenannter Gediegenheit“. „So gewiß zwei Seelen in des Menschen Brust wohnen, so unnatürlich ist es, nur die eine, nach den Sternen strebende, entwickeln zu wollen. Die andere, welche sich an das Irdische klammert, verlangt auch ihr Recht und wird sich nicht vergewaltigen lassen.“ Nach der Ausgelassenheit zeigt sich MÜLLER aber wieder als der ernste, tiefempfindende Naturbeobachter, wenn er z. B. die hellen Nächte im Norden schildert: „Um Mitternacht zeigten rötlich glänzende Wolken am Nordhimmel den Ort des Tagesgestirnes. Es lag ein unbeschreiblicher Zauber in diesem milden Dämmerchein, als wiegte die ahnende Seele sich in dem Traum des ewigen Tages, an welchem die finsternen Schatten in Licht verklärt werden.“ Liest man dann in demselben Bande der Zeitschrift MÜLLERS streng wissenschaftliche Abhandlung über „die Grundzüge einer Theorie des Stahles“, so hat man, alles in allem genommen, fast den ganzen Mann beisammen.

Ich kehre nun zur Betrachtung seines Lebensschicksals zurück.

Die letzte große Wendung brachte die Versetzung von Osnabrück nach Brandenburg a. d. H. Ausschlaggebend war für ihn, wie er selbst in seinen Erinnerungen sagt, der Aufstieg auf der Besoldungs- und Rangstufenleiter. Das Entscheidende dieses Schrittes für seine ganze spätere Arbeitsrichtung war aber darin zu erblicken, daß Brandenburg fern von den Stätten der Industrie lag. Dieser Ortswechsel sollte ihn für immer der Industrie entreißen und damit seinem Doppelleben als technischer Chemiker und als Oberlehrer ein Ende bereiten. Er selbst sagt über diesen Wendepunkt seines Lebens: „Die Beschaffung von Untersuchungsmaterial von Brandenburg aus war sehr erschwert. Aufträge kamen nur selten, weil alle Stahlwerke inzwischen eigene Laboratorien eingerichtet hatten. Bei mir selber trat nach den Jahren der Überanstrengung eine gewisse Abspannung ein. End-

lich fand eine so abseits gelegene wissenschaftliche Arbeit weder in meiner Umgebung noch bei der Schulbehörde Verständnis oder Anerkennung. Alle Umstände wirkten zusammen, um meine Rolle als Stahlgelehrter zu beschließen.“

Wenn man einen Maßstab für die nun folgende, nur mit der Schularbeit zusammenhängende Tätigkeit MÜLLERS haben will, dann muß man den „Spucknapf“, wie er das sog. chemische Laboratorium im Keller des von Saldernschen Realgymnasiums nannte, mit den mustergültig ausgestatteten und eingerichteten Räumen, Sammlungen und Werkstätten vergleichen, die er bei seinem Abgang hinterlassen hat. Der Anfang war geradezu niederdrückend. Mußte er doch Physik in einem gewöhnlichen Klassenzimmer unterrichten, wo ihm als Tisch zum Experimentieren nur ein Katheder zur Verfügung stand. Obendrein wurden ihm seine Besserungsversuche als Unfähigkeit ausgelegt, denn bis dahin wäre es doch ohne Experimentiertisch und ohne viele Apparate gegangen, und es wären auch gute (!) Erfolge erzielt worden! MÜLLER hat sich mit der selbst geschaffenen Arbeitsstätte an der Saldria ein Denkmal gesetzt. Ich möchte an dieser Stelle die Anregung geben, sie mit allen seinen Apparaten in bester Ausführung zu einem „FRIEDRICH C. G. MÜLLER-Museum“ auszugestalten. Vielleicht könnte es die Keimzelle zu einem umfassenden Museum aller modernen bewährten physikalischen und chemischen Schulapparate werden, in dem an Hand einer ausführlichen Versuchskarthotek alle zukünftigen Physiker und Chemiker in längeren Kursen ausgebildet würden, so wie etwa die Artilleristen zu einer Schießschule kommandiert werden. Als eine Ehrenpflicht der Stadt Brandenburg erscheint es mir aber schon jetzt, eine Bronze- tafel mit MÜLLERS Kopfbild und etwa folgender Widmung anzubringen: „Hier wirkte FRIEDRICH C. G. MÜLLER vierzig Jahre als Lehrer. Er war der Begründer der Theorie des Stahles und ein Meister im Ersinnen und Bauen von physikalischen und chemischen Schulapparaten.“

Ich will im Anschluß hieran noch eines zweiten Denkmals MÜLLERS Erwähnung tun. Ich meine sein Buch „Technik des physikalischen Unterrichtes“ (erschienen im Verlage von Otto Salle in 2. Auflage, Berlin 1926). Diese 2. Auflage ist erst 20 Jahre nach dem Erscheinen der ersten notwendig geworden. Ich kann nicht umhin, dem großen Unwillen MÜLLERS Ausdruck zu geben, den er darüber empfand, daß sein Buch mit der Fülle von Originalarbeiten, mit zahllosen methodischen Hinweisen und technischen Winken von Fachgenossen weniger benutzt worden sei als dickleibige Sammelwerke solcher Verfasser, die im wesentlichen nur die Ergebnisse anderer zusammengestellt hatten. Das seltsame Los der MÜLLERSchen „Technik“ hat mich veranlaßt, in der vorliegenden Zeitschrift [41, 149 (1928)] eine eingehende Würdigung dieses Werkes zu veröffentlichen, und ich möchte der Hoffnung Ausdruck geben, daß man nicht mehr in einer Variation der LESSINGschen Verse zu sagen braucht:

Wer wird nicht FRIEDRICH C. G. MÜLLER loben!
Doch wird ihn jeder lesen? — Nein!
Es will der Meister weniger erheben,
Doch fleißiger gelesen sein.

In Brandenburg trafen MÜLLER zwei Schicksalsschläge, die einen nachhaltigen, tiefen Eindruck hinterließen: der Tod seiner geliebten Frau und der Tod seiner über alles verehrten Mutter. Sein schon in der Jugend bemerkbar gewesener Hang zur Einsamkeit trat wieder hervor. Damals, in den neunziger Jahren, war es, als ich ihn kennen lernte. Ich ahnte nicht, daß in dem wortkargen, ersten, zuweilen mißmutigen Mann auch ein fröhlicher und unterhaltsamer Gesellschafter steckte.

Sein Humor kam aber wieder zum Vorschein, als er sich nach 14jährigem Witwerstand zur Heirat mit der Witwe eines hochangesehenen Fabrikherrn entschloß. Sowohl seine Bekannten wie die seiner Frau sagten voraus, daß die Ehe zwischen einem so ungleichen Paare „schief gehen“ würde. MÜLLER legte damals auf Äußerlichkeiten keinen besonderen Wert und war überdies sehr eigenwillig. Auch konnte er sich nicht von seiner Schulwerkstatt trennen. Als seine Frau das etwas feuchte Klima Brandenburgs nicht vertragen konnte und wieder nach Lichterfelde zog, blieb er allein in Brandenburg, mietete ein kleines Zimmer in der Nähe der Saldria und fuhr stets am Ende der Woche nach Lichterfelde.

Die Ehe ist wider Erwarten aller Unbeteiligten für beide zum Guten ausgefallen. Beide waren reife Menschen, und jeder ließ dem anderen seine Eigenart und seine Erinnerungen. MÜLLER stellte selbst fest, daß „nach der gerade in den letzten Jahrzehnten gewachsenen Zahl seiner Veröffentlichungen zu urteilen, seine Facharbeit und seine stille Forschertätigkeit durch den neuen Bund gefördert worden sei.“ Und seine Frau erklärte mir, daß sie nach 27jähriger Ehe wie zwei alte Bäume zusammengewachsen seien, und daß jetzt nach dem Absterben des einen der andere seinen Halt verloren habe.

Das neue Heim wurde für MÜLLER die Kraftzentrale. In einem außerordentlich gastfreien Hause wurde im Kreise der beiderseitigen guten Bekannten eine Geselligkeit so recht nach dem Herzen MÜLLERS gepflegt. Oft durfte ich Zeuge sein, wie er lustig war, wie er trank und sang und besonders mit seinem Kanapeelied die ganze Gesellschaft in Stimmung brachte. Komisch anzusehen waren die Rauchversuche, die er seiner Frau zuliebe anstellte, wie er mit allen Fingern die Zigarre krampfhaft festhielt und daran sog, als wenn er ein Vakuum hätte erzeugen wollen. Vieles von dem oben Dargestellten hörte ich bei diesen Zusammenkünften, besonders aber manches Interessante über die Art seines Schaffens. Gute Musik wirkte sehr eigenartig auf ihn. So war es ihm wiederholt passiert, daß er im Konzert nach kurzer Zeit die Musik nicht mehr gehört und dann zu konstruieren angefangen hatte. Seine Ideen und ihre Spiegelbilder, die Apparate, waren eben die Welt, in der er im wachen und im träumenden Zustande lebte.

Die schönen Tage von Lichterfelde sollten nach dem Kriege bald ihr Ende finden. Die Inflation zerstörte das bedeutende Vermögen seiner Frau, und die oft zu spät eintreffende Pension war dann auch so entwertet, daß zeitweise bei Bekannten um ein Stück Brot gebeten werden mußte. MÜLLER hatte das Vertrauen verloren, daß er die schwer verdienten Früchte seiner Arbeit bis an sein Lebensende würde genießen können. Die Erinnerung an die Zeit der Not in seiner Jugend und in seiner jungen Ehe tauchte wieder auf und ließ ihn während der letzten Jahre seines Lebens nicht mehr los. Stets fühlte er sich vom Gespenst des Verhungerns bedroht. Auch sein sonst oft bewiesener Humor konnte ihn nicht von diesen trüben Gedanken befreien.

Das Geschick hat ihn vor dem befürchteten Ende bewahrt. Gehegt und gepflegt hat er als gläubiger Christ in Frieden mit Gott angesichts der sonnenbeschienenen märkischen Berge und Wälder in Falkenberg seinen Geist ausgehaucht. Seine letzten Worte waren: „Nun werden wir bald in der Morgenröte sein!“

Mit meiner Schilderung glaube ich einiges Licht in das innere Wesen MÜLLERS gebracht zu haben. Um aber ein einigermaßen vollständiges Bild seiner Persönlichkeit zu geben, will ich auch seinem Äußeren einige Worte widmen. Gerade bei Männern, deren Leistungen auf geistigem Gebiete liegen, glauben wir das Äußere als eine Äußerlichkeit, als etwas Belangloses abtun zu dürfen. Diese Ansicht ist falsch. Dem unverbildeten, mit natürlichem Instinkt Begabten ist gerade das Äußere ein Schlüssel zum Verständnis eines Menschen. GOETHE hat dieser Überzeugung, daß die Gestalt eines Menschen aufs engste mit seinem Wesen verknüpft sei, in seiner „Stella“ treffenden Ausdruck gegeben: „Mich dünkt immer, die Gestalt des Menschen ist der beste Text zu allem, was sich über ihn sagen und empfinden läßt.“ Wissenschaftliches Licht ist aber in diese biologischen Beziehungen erst durch die jüngste medizinische Forschung gebracht worden, und zwar durch die bahnbrechenden Arbeiten des Tübinger Psychiaters ERNST KRETSCHMER, die er in seinem Buch „Körperbau und Charakter“ dargestellt hat. Er hat dem zartgliedrig-schlankwüchsigen Typ den Gedankenmenschen, dem athletisch-muskulären Typ den Tatmenschen und dem breit- und rundwüchsigen Typ den Gemütsmenschen zugeordnet.

Wenn ich nun die Grundelemente der Persönlichkeit MÜLLERS unter den von KRETSCHMER aufgestellten Gesichtspunkten betrachte, so bietet mir diese zusammenfassende Würdigung gleichzeitig eine willkommene Gelegenheit, den gesamten von mir dargestellten Stoff übersichtlich zu ordnen. Ich kann natürlich hier nicht nach dem von KRETSCHMER vorgeschriebenen Konstitutionsschema vorgehen, sondern muß mich auf wenige Angaben beschränken.

MÜLLER war mittelgroß, in Zeiten der Arbeit schlank, später während der Ruhe rundlich. Was die Einzelheiten, wie Knochenbau, Muskulatur, Arme, Hände, Beine, Füße betrifft, muß man von

mittlerer Ausbildung sprechen. Seine Hautfarbe war hell, seine Haare in der Jugend rötlichblond, der Bartwuchs war stark, das Haupthaar bis ins hohe Alter voll und dicht. Das Gesicht hielt im Frontalmaß ungefähr die Mitte zwischen der hohen Eiform und der breiten Schildform. Im Profil war es durch die fein gebogene Nase und die hohe, schön gewölbte, etwas fliehende Stirn ziemlich scharf geschnitten. Die großen grauen Augen blickten ruhig beobachtend nach vorn. Seine Haltung war aufrecht, der Gang bewegte sich in ruhigen, kleinen, vorsichtigen Schritten.

Im Sinne der obigen Einteilung stellte MÜLLER eine ziemlich gut ausgeglichene Übergangsform vom schlankwüchsigen zum rundwüchsigen Typus und dementsprechend eine glückliche Mischung von Gedankenmensch und Gemütsmensch dar. Die Vorzüge des einen ließen die Nachteile des anderen nicht zur Entwicklung kommen.

So haben wir in ihm die charakteristischen Merkmale des Gedankenmenschen kennen gelernt: den zeitweise bemerkbaren Hang zur Einsamkeit, das Leben in der eigenen Gedankenwelt, den Mangel eines Bedürfnisses nach wirklichen Freunden, die Freude am Streben und Kämpfen, die mit großer Zähigkeit und Energie verbundene Zielstrebigkeit, das Spüren nach den letzten und tiefsten Geheimnissen, die Vorliebe für Philosophie und Metaphysik, die Lauterkeit und Reinheit der Seele, den hochfliegenden Idealismus. Die Schattenseiten dieses Menschentyps, die Weltfremdheit, die Gefühlskälte, die Verneinungssucht, haben wir bei ihm nicht nur nicht gefunden, sondern durch das gerade Gegenteil vertreten gesehen, nämlich durch seine Welt- und Menschenkenntnis, durch seinen Sinn für gute Geselligkeit, durch sein tiefes, warmes, mit echtem Humor durchzogenes Gemüt und durch seine positive Bejahung aller Formen des Lebens, wie er sie beim einzelnen und bei der großen Masse gefunden hat. Er zeigte aber auch die anderen Eigenschaften des Gemütsmenschen: Den

Fleiß, die Sparsamkeit, die Vorliebe zu handwerksmäßiger Beschäftigung mit greifbaren Dingen, die liebevolle Beobachtung und Schilderung der Natur, das ruhige Dahinschreiten der Gedanken, einen ausgeprägten sozialen Sinn und — die Liebe zu Wein, Weib und Gesang. Und doch wußte er auch hier wieder die goldene Mittelstraße zu finden: er ging nicht auf in dem ruhigen Dahinfließen der Tage, er verfiel nicht in die lebhaft-geschwätzig Heiterkeit oder in die Schwermut des Gemütsmenschen, und er versank nicht in die übermäßige Pflege der animalischen Funktionen, wie wir sie beim rundwüchsigen Spießbürger zu finden pflegen.

So haben wir in MÜLLER eine glückliche Legierung der wertvollen Eigenschaften kennen gelernt, mit denen die beiden Haupttypen menschlicher Wesensart ausgestattet sind.

Zum Schluß mögen einige Zeilen aus einem an mich gerichteten Briefe MÜLLERS zeigen, wie er selbst über sich und seine Lebensarbeit gedacht hat: „Schon längst bin ich beim Rückblicken auf mein langes Leben zu der Erkenntnis gelangt, daß weniger mein Temperament und meine ethische Kraft das Glück und den Erfolg meines Lebens bedingt haben als das Zusammenreffen günstiger Umstände oder, religiös gesprochen, die Wirkung väterlichen Gottessegens.“ Die aus diesen Worten sprechende Bescheidenheit hat ihn auch zu der Ablehnung veranlaßt, als Genie angesprochen zu werden. Vielleicht dürfen wir ihm aber doch diese Auszeichnung zuteil werden lassen, wenn wir sie in dem Sinne auffassen, wie ihn EDISON mit den bekannten Worten ausspricht: „Genie ist zu einem Hundertstel Eingebung und zu neunundneunzig Hundertstel Schweiß. Das Genie besteht aus angestrengtester Arbeit, aus gesundem Menschenverstand und aus der Zähigkeit, mit der man an einem Gedanken festhält. Daß einem manchmal ein glücklicher Gedanke kommt, daran ist kein Verdienst.“

4. Unterricht und Methode.

Explosionen, die man nicht erwartet. Bericht nach der gleichnamigen Arbeit von Dr. LANGHANS: Sonderdruck aus der Zeitschrift für das gesamte Schieß- und Sprengstoffwesen. 25. Jg. 1930; Verlag derselben Zeitschrift, Dr. AUG. SCHRIMPF in München. RM 6.—

Der Verfasser hat in der vorliegenden Arbeit alle möglichen Fälle von unvermuteten Explosionen aus der Literatur zusammengestellt und auf die damit verbundenen Gefahren hingewiesen. In der Einleitung gibt er u. a. eine Definition des Begriffes Explosion und des Begriffes Sprengstoff; er weist ferner auf die Bedeutung und die Folgerungen aus dem Sprengstoffgesetz vom 9. 7. 1884 hin. Der Hauptteil behandelt der Reihe nach alle bekannt gewordenen unvermuteten Explosionen, wobei die Substanzen nach folgenden Gesichtspunkten eingeteilt sind: Sauerstoff abgebende Substanzen, Stickstoffverbindungen, Metalle, Gase, Staub, verschiedene Sub-

stanzen. Die eigentliche Arbeit erstreckt sich über 60 Seiten. Die Fülle des gebotenen Stoffes ergibt sich allein daraus, daß die Literatur in 910 Fußnoten nachgewiesen wird.

Wir werden einerseits mit allen großen Explosionskatastrophen (z. B. im Hörsaal des chemischen Instituts der Universität Münster im Mai 1920 und in Oppau im September 1921) und ihren maßblichen Ursachen, sowie andererseits mit allen mehr oder weniger bedeutenden Unfällen in Laboratorien und Schulen bekannt gemacht. Es ist daher selbstverständlich, daß die von O. ORTMANN in dieser Richtung geleistete Arbeit mehrfach Erwähnung findet, daß die Angaben von EGLI benutzt werden, und daß ferner über die in der POSKESchen Zeitschrift gesammelten Unfälle sorgfältig berichtet wird. Es kann den Lehrern der Chemie nur empfohlen werden, diese grundlegende Arbeit zu studieren. Die mit der Experimentierkunst beginnenden

Kollegen werden wertvolle Anregungen für ihre Arbeiten erhalten.

Die Brauchbarkeit der vorliegenden Sammelarbeit könnte dadurch noch wesentlich gesteigert werden, daß dem kurzen Inhaltsverzeichnis am Schluß ein alphabetisch geordnetes Sachverzeichnis beigegeben würde.

O. Gall.

Die Berechnung der chemischen Gleichgewichtskonstanten aus thermischen Daten. Von Studienrat H. SCHMOLKE in Berlin.

Die Lösung der in der Überschrift genannten Aufgabe ist mit Hilfe des NERNSTschen Wärmethereoms möglich. Angaben über den Rechnungsgang finden sich in der Literatur, z. B. bei W. NERNST, F. POLLITZER, H. SCHOTTKY, H. ULICH u. a. Sie wurden nachstehend in dem Umfang zusammengefaßt, wie er für die Bestimmung des Gleichgewichtes homogener Gasreaktionen erforderlich ist. Vorausgeschickt sei ein Verzeichnis der gewählten Benennungen.

Es bedeuten: A die Arbeitsfähigkeit, U die Energieabnahme, Q die aufgenommene Wärme, λ die Verdampfungswärme für ein Mol, p den Druck, T die absolute Temperatur, V sowie v das Molekularvolumen von Dampf bzw. Flüssigkeit, π den kritischen Druck, R die Gaskonstante, K_p die chemische Gleichgewichtskonstante, C und c die Molekularwärmern für Dampf und Kondensat. I und i sind Integrationskonstanten, n Molekularzahlen, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ Koeffizienten. x_1 und x_2 vertreten chemische Symbole. Es ist $\Sigma n = n_1 + n_2 + \dots - n_1' - n_2' - \dots$ für eine nach dem Schema $n_1x_1 + n_2x_2 + \dots = n_1'x_1' + n_2'x_2' + \dots$ verlaufende Reaktion. Die Indizes p und 0 kennzeichnen die Bezugnahme auf konstanten Druck oder den absoluten Nullpunkt.

Die Lösung der Aufgabe kann nunmehr in folgender Weise vorgenommen werden: Man vereinigt den Energiesatz $Q = A - U$ mit dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik. Letzterer besagt, daß die Arbeitsfähigkeit einer Reaktion durch die bei gleichbleibendem Volumen stattfindende Temperaturerhöhung dT um den Betrag $dA = Q \frac{dT}{T}$ steigt. Somit gilt

$$Q = A - U = T \left(\frac{\partial A}{\partial T} \right)_v.$$

Da nicht nur das Volumen, sondern auch der Druck als variabler Parameter betrachtet werden darf, empfiehlt sich die Schreibweise

$$A - U = T \frac{\partial A}{\partial T} \text{ oder einfach } A - U = T \frac{dA}{dT}.$$

Um diese Differentialgleichung zu lösen, gibt man ihr zunächst die Form

$$TdA - AdT = -UdT.$$

Dann multipliziert man mit dem integrierenden Faktor μ , damit die linke Seite ein exaktes Differential darstellt. Nun ist bekanntlich

$$\ln \mu = \int X \partial x,$$

wobei im vorliegenden Fall

$$X = \frac{1}{T} \left(-\frac{\partial A}{\partial A} - \frac{\partial T}{\partial T} \right) = -\frac{2}{T} \text{ und } x = T$$

wird. Man erhält

$$\ln \mu = -2 \int \frac{dT}{T} = -2 \ln T = \ln T^{-2} \text{ oder } \mu = \frac{1}{T^2},$$

und es folgt

$$\frac{TdA - AdT}{T^2} = d \left(\frac{A}{T} \right) = -\frac{UdT}{T^2}$$

$$\text{bzw. } A = -T \int \frac{UdT}{T^2} + JT.$$

Bei der Temperatur T ist $U = U_0 + \int_0^T dU$.

Ferner besagt der KIRCHHOFFsche Satz, daß der Temperaturkoeffizient der Energie gleich der Differenz der Molekularwärme im Anfangs- und Endzustand gesetzt werden kann. Es wäre demnach bei der Reaktion $n_1x_1 + n_2x_2 + \dots = n_1'x_1' + n_2'x_2' + \dots$ im kondensierten System $dU = \Sigma ncdT$, und es ergibt sich

$$A_{\text{kond.}} = -T \int_0^T \frac{U_0 dT}{T^2} - T \int_0^T \frac{dT}{T^2} \int_0^T \Sigma ncdT + JT$$

bzw.

$$A_{\text{kond.}} = U_0 - T \int_0^T \frac{dT}{T^2} \int_0^T \Sigma ncdT + JT.$$

Nun ist durch Beobachtungen erwiesen, daß sich A und U bei tiefen Temperaturen ähnlich verhalten. Hierdurch wurde NERNST zur Aufstellung der vielfach als 3. Hauptsatz bezeichneten Hypothese

$$\lim \frac{dA}{dT} = \lim \frac{dU}{dT} = \lim \Sigma nc = 0 \text{ (für } T = 0)$$

geführt. Mit ihrer Hilfe findet man, daß J verschwinden muß. In der Gleichung

$$\lim \frac{dA_{\text{kond.}}}{dT} = -\lim \int_0^T \frac{dT}{T^2} \int_0^T \Sigma ncdT - \lim \frac{\int_0^T \Sigma ncdT}{T} + J = 0 \text{ (für } T = 0)$$

erhält nämlich der Summand $\lim \frac{\int_0^T \Sigma ncdT}{T}$ den

unbestimmten Wert $\frac{0}{0}$. Bildet man zu seiner Ermittlung den Differentialquotienten von Zähler und Nenner, so ergibt sich $\frac{\Sigma nc}{1} = \frac{dU}{dT}$. Der

Grenzwert dieses Bruches ist aber nach dem NERNST-Theorem gleich 0. Das zweite Glied der rechten Seite fällt somit fort. Eine einfache Überlegung zeigt weiterhin, daß auch der erste Summand verschwindet. Daher muß $I = 0$ werden, wenn $\lim \frac{dA_{\text{kond.}}}{dT} = 0$ (für $T = 0$) sein soll.

Jetzt erfolgt der Übergang zu Reaktionen, an denen Gase beteiligt sind. Nach der CLAUDIUS-CLAPEYRONschen Gleichung gilt bei Vernachlässigung des Flüssigkeitsvolumens $\frac{dp}{dT} = \frac{\lambda}{VT}$. Gemäß der Zustandsgleichung ist ferner bei kleinen Dampfdrücken und hohen Temperaturen

$V = \frac{RT}{p}$, daher erhält man

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\lambda p}{RT^2}, \text{ sowie } \frac{d \ln p}{dT} = \frac{\lambda}{RT^2}$$

$$\text{bzw. } \ln p = \int \frac{\lambda}{RT^2} dT + i.$$

Bei der Temperatur T wird $\lambda = \lambda_0 + \int_0^T d\lambda$.

Nun ist während einer Verdampfung die Energieänderung gleich der inneren Verdampfungswärme.

Für die äußere Verdampfungswärme kann man nach der Zustandsgleichung den Wert $pV = RT$ einsetzen. Demnach ergibt sich $U = RT - \lambda$, sowie $\frac{dU}{dT} = R - \frac{d\lambda}{dT}$. Die linke Seite des Ausdruckes wäre wiederum nach KIRCHHOFF gleich $c - C_p$, so daß man schreiben kann

$$\frac{d\lambda}{dT} = R + C_p - c = C_p - c.$$

Durch Einsetzen in die obige Gleichung für λ wird gefunden

$$\lambda = \lambda_0 + \int_0^T C_p dT - \int_0^T c dT,$$

und nach Vereinigung dieser Beziehung mit der Formel für $\ln p$ folgt

$$\ln p = \int_0^T \frac{\lambda_0 dT}{RT^2} + \int_0^T \frac{dT}{RT^2} \int_0^T C_p dT - \int_0^T \frac{dT}{RT^2} \int_0^T c dT + i$$

$$\text{oder } \ln p = -\frac{\lambda_0}{RT} + \int_0^T \frac{dT}{RT^2} \int_0^T C_p dT - \int_0^T \frac{dT}{RT^2} \int_0^T c dT + i.$$

Ferner kann nach VAN'T HOFF bei einer Reaktion im gasförmigen System zur Berechnung von K_p die Gleichung

$$-RT \ln K_p = A_{\text{kond.}} - RT \sum n \ln p$$

dienen.

Werden hier die für $A_{\text{kond.}}$ und $\ln p$ gefundenen Werte eingeführt, so erhält man

$$-RT \ln K_p = U_0 - T \int_0^T \frac{dT}{T^2} \int_0^T \sum n c dT - RT \sum n \left[-\frac{\lambda_0}{RT} + \int_0^T \frac{dT}{RT^2} \left(\int_0^T C_p dT - \int_0^T c dT \right) + i \right]$$

$$\text{sowie } \ln K_p = -\frac{U_0 + \sum n \lambda_0}{RT} + \int_0^T \frac{dT}{RT^2} \int_0^T \sum n C_p dT + \sum n i. \quad (\text{I.})$$

NERNST setzte nun in die CLAUSIUS-CLAPEYRONsche Gleichung $\frac{dp}{dT} = \frac{\lambda}{(V-v)T}$ die halbempirischen Ausdrücke $\lambda = (\lambda_0 + 3,5 T - \delta T^2) \left(1 - \frac{p}{\pi}\right)$

und $p(V-v) = RT \left(1 - \frac{p}{\pi}\right)$ ein. In ersterem trägt der Faktor $\left(1 - \frac{p}{\pi}\right)$ dem Umstand Rechnung, daß λ beim kritischen Druck verschwindet. Die Klammer kann bei niedrigen Spannungen gleich 1 gesetzt werden. Berücksichtigt man dies, so wird bei geringen Drucken $\frac{d\lambda}{dT} = 3,5 - 2\delta T$,

und die Verdampfungswärme erreicht bei $T = \frac{1,75}{\delta}$ ein Maximum. Dies dürfte nicht genau zutreffen. Bemerkenswert ist aber die Tatsache, daß λ wirklich einen Maximalwert in der Nähe des absoluten Nullpunktes besitzt. Die Bedeutung der Zahl 3,5 findet man durch folgende Überlegung: Da der Temperaturkoeffizient der Verdampfungswärme $\frac{d\lambda}{dT} = C_p - c$ ist, muß, wie ein Blick auf die

oben für $\frac{d\lambda}{dT}$ angegebene Gleichung lehrt, 3,5 als Differenz der Molekularwärmen am absoluten Nullpunkt $C_{p0} - c_0$ betrachtet werden, während δ die Temperaturabhängigkeit der Differenz $C_p - c$ kennzeichnet. Es kann nun als eine experimentell erwiesene Tatsache gelten, daß die Molekularwärme des Kondensates bei Annäherung an den absoluten Nullpunkt unmeßbar klein wird. Demnach ergibt sich $C_{p0} = 3,5$. Dies trifft sicherlich nicht zu, denn die Molekularwärmen aller Gase konvergieren bei sinkender Temperatur gegen $\frac{5}{2} R = 2,5 \cdot \frac{848}{427} = 4,96$. Trotzdem empfiehlt es sich, den Wert 3,5 beizubehalten, da er zur Korrektur mancher bei Aufstellung des halbempirischen Ausdruckes zugelassenen Annäherung beiträgt. Bei der zweiten von NERNST in die CLAUSIUS-CLAPEYRONsche Gleichung eingeführten Beziehung wurde auf den vielfach üblichen Notbehelf verzichtet, das Flüssigkeitsvolumen zu vernachlässigen und auf den Dampf die Gasgesetze anzuwenden. Die sich durch Benutzung der genannten Werte ergebenden Gleichungen

$$\frac{dp}{dT} = \frac{(\lambda_0 + 3,5 T - \delta T^2) \cdot p}{RT^2}$$

$$\text{bzw. } \ln p = -\frac{\lambda_0}{RT} + \frac{3,5 \ln T}{R} - \frac{\delta T}{R} + i'$$

haben durch die Erfahrung eine sehr gute Bestätigung erhalten. Weiterhin ist es zulässig, für

$$\sum n C_p \text{ sowie } \int_0^T \sum n C_p \text{ die nach ganzen Potenzen von } T \text{ steigenden MAC LAURINSchen Reihen}$$

$$\sum n C_p = \sum n \alpha + 2 \sum n \beta T + 3 \sum n \gamma T^2 + \dots$$

$$\text{bzw. } \int_0^T \sum n C_p = \sum n \alpha T + \sum n \beta T^2 + \sum n \gamma T^3 + \dots$$

einzuführen. Es liegt nämlich, wie NERNST betont, immer nur eine endliche Anzahl von Messungen vor, denen sämtlich durch eine endliche Anzahl von Koeffizienten $\alpha = f(0)$, $\beta = \frac{f'(0)}{2}$... genügt wird. Der nachstehend benutzte, theoretisch nicht haltbare Wert $f(0) = 3,5$ hat auf die grundsätzliche Entscheidung der Frage, ob eine

Potenzreihe der obigen Form gerechtfertigt ist, keinen Einfluß. Setzt man die letzte Reihe in die für $\ln K_p$ gefundene Formel ein, so folgt

$$\ln K_p = -\frac{U_0 + \sum n \lambda_0}{RT} + \int_0^T \frac{\sum n 3,5 dT}{RT} \\ + \int_0^T \frac{\sum n \beta dT}{R} + \int_0^T \frac{\sum n \gamma T dT}{R} + \dots \sum n i'$$

und nach Einführung BRIGGScher Logarithmen mit $R = 1,985$

$$\log K_p = -\frac{U_0 + \sum n \lambda_0}{4,571 T} + \sum n 1,75 \log T \\ + \frac{\sum n \beta T}{4,571} + \frac{\sum n \gamma T^2}{9,142} + \dots \sum n K'. \quad (\text{II.})$$

Hierin ist K' die „chemische Konstante“ 0,4343 i' . Ihr Wert hängt, wie der Rechnungsgang zeigt, von der benutzten Dampfdruckformel ab. Auf jeden Fall bleibt aber die sehr wichtige Tatsache bestehen, daß es, entsprechend dem NERNST-Theorem, für jedes Gas eine ihm eigene Konstante gibt, durch die sein chemisches Verhalten charakterisiert wird.

Den in den Gleichungen I und II auftretenden Wert U_0 kann man bei Kenntnis des Verlaufes von c auf Grund einer Messung der Energieabnahme U bei der Temperatur T aus der Formel

$$U_0 = U - \int_0^T \sum n c dT$$

finden. Es ist ferner

$$\lambda_0 = \lambda + \int_0^T c dT - \int_0^T C_p dT.$$

Liegt eine Bestimmung der Verdampfungswärme bei so tiefen Temperaturen vor, daß C_p bereits gleich $2,5 R$ ist und c verschwindet, so wäre die Beziehung

$$\lambda_0 = \lambda - \int_0^T C_p dT = \lambda - 2,5 RT$$

gültig. Die Koeffizienten $\beta, \gamma \dots$ ergeben sich aus Messungen von C_p . Die chemische Konstante kann für viele Stoffe aus Tabellen entnommen werden. Die Aufgabe, K_p aus thermischen Daten zu berechnen, ist also praktisch durch Gleichung II gelöst. Aber auch die theoretisch streng gültige Formel I kann bei manchen Stoffen, für die besonders umfangreiche Messungen vorliegen, verwendet werden. Es empfiehlt sich, darin den Wert $C_{p0} = 2,5 R$ einzuführen. Beim Übergang zu BRIGGSchen Logarithmen erhält man dann

$$\log K_p = -\frac{U_0 + \sum n \lambda_0}{4,571 T} + \sum n 2,5 \log T \\ + \frac{1}{4,571} \int_0^T \frac{dT}{T^2} \int_0^T \sum n \Delta C_p dT + \sum n K. \quad (\text{III.})$$

Hierbei ist ΔC_p der Überschuß von C_p über $2,5 R$ bei höheren Temperaturen. K wird als „wahre chemische Konstante“ bezeichnet und hat den Wert 0,4343 i . Schwierigkeiten bereitet meist die Ermittlung des Wertes

$$\int_0^T \sum n \Delta C_p dT.$$

Einsparungen und Sparmöglichkeiten im höheren Schulwesen, besonders in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern.

In der Monatsschrift für höhere Schulen 1932, H. 2, und dem zur selben Monatsschrift gehörigen Beiheft 5¹ beschäftigt sich Dr. GEORG HUBRICH mit dem höheren Schulwesen im Staatshaushaltsplan für 1932 und den Möglichkeiten weiterer Ersparnisse. Beide Darstellungen sind ebenso knapp wie inhaltreich und verdienen in hohem Grade die Beachtung der Leser unserer Zeitschrift.

Das Leitmotiv des neuen Staatshaushaltsplanes bildet die auf jeder Seite mehrfach wiederkehrende Angabe: „Weniger zur Durchführung allgemeiner Sparmaßnahmen.“ Eine ganze Anzahl Titel ist gänzlich fortgefallen, darunter alle Mittel für die Ausbildung der Studienreferendare. HUBRICH bemerkt hierzu: Es „klaubt ein unlösbarer Widerspruch dazwischen, einerseits unaufhörlich im Interesse der Personalverminderung Höchstleistungen bei den Beamten zu fordern und andererseits gediegene Vor- und Ausbildung der Beamten durch Verweigerung der verhältnismäßig bescheidenen Mittel unmöglich zu machen.“

Die Anforderungen von einmaligen Ausgaben für höhere Schulen finden auf einer knappen halben Seite Platz. Im vorigen, auch schon recht zusammengeschrunpften Haushalt fanden sich noch in den Erläuterungen zu der Anforderung von Mitteln an mehreren Stellen Sätze wie: „Die Räume für den naturwissenschaftlichen Unterricht sind völlig unzureichend“; „Die Ergänzung der naturwissenschaftlichen Räume ist dringendes Bedürfnis.“ Es waren noch 6 Schulen aufgeführt, an denen die Naturwissenschaften ausdrücklich hervorgehoben waren. Diesmal sind nur noch bei einer einzigen Schule Mittel für die innere Einrichtung naturwissenschaftlicher Räume angefordert.

Die Frage weiterer Ersparnismöglichkeiten wird in dem Beiheft nicht von pädagogischen oder ähnlichen Gesichtspunkten aus behandelt, sondern von rein „fiskalischen“. Dieser Gesichtspunkt erweist sich für die Betrachtung als sehr ersprießlich. Den entwickelten Gedankengängen wird sich auch der durchaus anschließen können, der von einer anderen Seite an die Frage herangetreten ist. Da die Behandlung der Ersparnismöglichkeiten durch HUBRICH in äußerst straff gegliederter Form erfolgt, soll hier seine Gliederung zugrunde gelegt und bei jedem Punkt gleich das Ergebnis mitgeteilt werden, zu dem er gelangt. Nur für die besonderen Fragen des mathematisch-

¹ G. HUBRICH: Das höhere Schulwesen im Entwurf des Staatshaushaltsplanes für 1932. Monatsschrift für höhere Schulen, Bd. 31, 1932, H. 2, S. 142—148. Berlin: Weidmannsche Buchhandlung. — G. HUBRICH: Die Frage der Ersparnismöglichkeiten im öffentlichen höheren Schulwesen, Beihefte zur Monatsschrift für höhere Schulen, H. 5. 23 S. Berlin: Weidmannsche Buchhandlung 1932.

naturwissenschaftlichen Unterrichts wird eine Ergänzung gegeben. Im übrigen sei auf die Lektüre der beiden Arbeiten selbst verwiesen.

A. Senkung der laufenden Kosten der einzelnen höheren Schule.

I. Einnahmen.

1. Hebungen von Schülern.

Besonders Schulgeld. Ein Mehraufkommen infolge Erhöhung des Schulgeldsatzes würde lediglich auf dem Papier stehen und durch Abgang von Schülern eher einen Schulgeldausschlag bringen. Das gegenwärtige Schulgeld ist reichlich hoch. Gegen die Vorkriegszeit hat sich der Schulgeldsatz etwa verdoppelt; dabei haben sich die Leistungen der Schulen quantitativ durch Einschränkung der Stundenzahl vermindert.

2. Sonstige Einnahmen der höheren Schulen. Nicht mehr steigerungsfähig.

II. Ausgaben.

1. Persönliche Kosten.

a) Wochenstundenzahl.

Die Wochenstundenzahlen sind bereits ständig und zum Teil in erheblichem Umfang gesenkt. Für Mathematik, Naturwissenschaften und Erdkunde seien hier ergänzend einige Zahlen hinzugefügt:

	1901			1924			1931			1931 gegen 1901 + -
	M.	N.	E.	M.	N.	E.	M.	N.	E.	
Gymnasium .	34	18	9	33	18	12	31	18	12	0
Real- gymnasium	42	29	11	36	25	13	36	23	12	-11
Oberreal- schule . . .	47	36	14	43	35	14	40	33	13	-11

In der Herabsetzung der Wochenstundenzahl ist nunmehr das äußerste Maß erreicht. Es kann ohne Gefährdung des Zieles und Zweckes der höheren Schule auf diesem Wege zur Erzielung weiterer Sparmaßnahmen nicht weiter fortgeschritten werden.

b) Pflichtstundenzahl.

In Anbetracht des gegen die Vorkriegszeit ständig gestiegenen Arbeitsmaßes der Lehrer an höheren Schulen und der veränderten Methode erscheint eine weitere Erhöhung der Pflichtstundenzahl nicht mehr möglich.

c) Klassenhöchstbesuchszahlen.

Von einer Erhöhung sind nennenswerte Ersparnisse nicht mehr zu erwarten. Es darf auch nicht übersehen werden, daß die Durchführung von Bestimmungen über die Höchstbesuchszahlen

ihre natürliche Grenze an den räumlichen Verhältnissen der einzelnen Schule findet.

2. Sächliche Kosten.

a) Zwangsläufige Beträge.

Nennenswerte Ausgabesenkungen sind nicht mehr zu erwarten.

b) Ermessensbeträge.

Hierher gehören in erster Linie Unterrichtsmittel und Geräte. Eine noch weitergehende Senkung wird man ernstlich nicht in Erwägung ziehen können, da die angesichts des geringen Betrages zu erzielende Ersparnis in gar keinem Verhältnis zu der Schädigung der sachlichen Arbeit der Schulen stehen würde.

B. Verminderung des Gesamtumfangs des höheren Schulwesens.

I. Generelle Maßnahmen.

1. Verkürzung der Gesamtdauer der höheren Schule.

Ist schon die Verkürzung der Gesamtdauer der höheren Schule nur um ein Jahr tatsächlich unmöglich gewesen, so bedarf es keiner besonderen Begründung, daß der Versuch einer Verkürzung der Dauer der höheren Schule gleich um drei Jahre von vornherein aussichtslos sein muß.

2. 5-Tage-Woche.

Es bestehen hiergegen so viel Bedenken, daß diese Maßnahme mit Aussicht auf Erfolg nicht in Angriff genommen werden kann.

3. Verminderung der Klassenzahl.

Sie ist schon von selbst eingetreten und wird sich noch steigern; daher sind neue Anordnungen und Maßnahmen nicht erforderlich.

II. Verminderung der Zahl der Schulen.

Ob die viel geforderte Verringerung der Zahl der Schultypen, die „übrigens agitatorisch immer übertrieben hoch angegeben“ wird, nennenswerte Ersparnisse geben würde, läßt sich mit Sicherheit nicht abschätzen. Ein Abbau von Schulen kommt mit unmittelbarer Wirkung nur für staatliche Schulen in Frage. Bei den nichtstaatlichen öffentlichen höheren Schulen besteht keine rechtliche Möglichkeit, die Schließung oder Verkleinerung mit verbindlicher Kraft anzuordnen. Finanziell ist der Abbau oder die Verkleinerung nur dann für den Unterhaltsträger eine Entlastung, wenn die überzählig gewordenen festangestellten Lehrkräfte anderweitig in offenen Planstellen untergebracht werden können. Ausmaß und Tempo solcher Maßnahmen muß sich nach dieser Möglichkeit hin orientieren; es ist als „Sofortsparmaßnahme“ praktisch nicht durchführbar.

A. Scheer.

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung. Von R. COURANT. Berlin. Verlag Julius Springer. 2 Bände.

Erster Band. Funktionen einer Veränderlichen. Zweite verbesserte Auflage. Berlin 1930. XIV und 410 Seiten. Preis geb. 18.60 RM.

Zweiter Band. Funktionen mehrerer Veränderlicher. Zweite verbesserte und vermehrte

Auflage. Berlin 1931. VIII und 412 Seiten. Preis geb. 19.60 RM.

Bei der Neubearbeitung der beiden Bände hat der Verfasser die allgemeinen Grundsätze der Stoffauswahl und der Darstellung nicht geändert. Der Standpunkt des Verfassers und der Wert des Werkes sind gelegentlich der Besprechung der ersten Auflage des ersten Bandes (vgl. diese

Zeitschrift 41; 1928, S. 49) ausführlich gewürdigt worden. Es kann hierauf verwiesen werden, und es bleibt daher jetzt nur anzugeben, welche Änderungen der Verfasser bei der Neuauflage durchgeführt hat.

Bei der Neuauflage des ersten Bandes hat sich der Verfasser auf Beseitigung von Druckfehlern und auf Änderung bei Einzelheiten der Darstellung beschränkt. Im zweiten Bande sind neben der Berichtigung von Druckfehlern der Anhang zum vierten Kapitel durch Einfügung zweier Paragraphen — „Volumen und Oberfläche bei beliebiger Anzahl von Dimensionen“ und die „EULERSchen Integrale (Gammafunktion)“ — und das sechste Kapitel durch Ausgestaltung der Behandlung der Differentialgleichungen erweitert worden.

Auch in seiner neuen Form bleibt das Buch für den Anfänger hervorragend geeignet und ebenso zum gelegentlichen Nachschlagen für alle, die sich mit den Anwendungen der Mathematik beschäftigen. *W. Kramer.*

H. v. Mangoldts Einführung in die höhere Mathematik für Studierende und zum Selbststudium. Vollständig neu bearbeitet und erweitert von KONRAD KNOPP. Erster Band. Zahlen, Funktionen, Grenzwerte, Analytische Geometrie, Algebra, Mengenlehre. 5. und 6. Auflage. Mit 112 Figuren im Text. XV und 585 Seiten. Leipzig 1931, Verlag von S. Hirzel. Preis geh. RM 20.—.

Als „der Mangoldt“ vor 20 Jahren eine Neuerscheinung war, die sich das Ziel setzte, völlige Strenge und leichte Faßlichkeit zu vereinigen, schien diese Aufgabe ganz gelöst zu sein. Die genaue Durchsicht der Neubearbeitung von K. KNOPP überrascht durch die weit- und tiefgehende Umgestaltung des Buches, das doch ein Meisterwerk war. Die Bekanntschaft mit der ersten Auflage vorausgesetzt, kommt einem auf Schritt und Tritt zum Bewußtsein, welche Fortschritte die Wissenschaft in den letzten zwei Jahrzehnten gemacht hat, und man muß das Geschick des Bearbeiters geradezu bewundern. Einzelheiten hervorzuheben, erübrigt sich. Die vortreffliche Einleitung packt den Leser, er „steigt“ in den Inhalt und bleibt gefesselt. K. KNOPP übertreibt nicht, wenn er im Vorworte sagt, daß der erste Band „eine moderne Grundlegung der höheren Mathematik bietet, eine Grundlegung, die breit und fest genug ist, um alle höheren Stockwerke zu tragen“. Darum wird auch der Lehrer an einer höheren Schule mit größtem Nutzen zu dem neuen Mangoldt greifen, wenn er sich darauf vorbereitet, moderne Mathematik zu unterrichten. Ebenso dürften Arbeitsgemeinschaften reiche Anregungen darin finden. *Mth.*

Partielle Differentialgleichungen der mathematischen Physik. Von G. SZEGÖ. Deutsche Bearbeitung des Werkes: A. G. WEBSTER, *Partial Differential Equations of Mathematical Physics*. Berlin u. Leipzig 1930. Verlag B. G. Teubner. VI und 528 Seiten. Preis geb. 28.— RM. Band

XLIII von B. G. Teubners Sammlung von Lehrbüchern auf dem Gebiete der mathematischen Wissenschaften mit Einschluß ihrer Anwendungen.

Verfasser beabsichtigt nicht, eine möglichst vollständige Materialsammlung zu geben, sondern will die verschiedenen in der mathematischen Physik gebräuchlichen Methoden herausarbeiten. Im allgemeinen stehen die praktischen Anwendungen im Vordergrund, während die nur rein mathematisch bedeutungsvollen Verallgemeinerungen nur kurz angedeutet werden.

Im ersten Kapitel werden die wichtigsten Differentialgleichungen der mathematischen Physik hergeleitet und die verschiedenen Probleme herausgearbeitet. Die weiteren Kapitel behandeln partielle Differentialgleichungen erster Ordnung. — Das CAUCHYSche Problem. — Die Wellengleichungen in einer Dimension. — FOURIERSche Reihen und Integrale. — GREENSche Formeln. Das Potential. Randwertaufgaben. — Die RIEMANN-VOLTERRASche Integrationsmethode für partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung. — Kugelfunktionen. — BESSELSche und LAMÉSche Funktionen und ihre Anwendungen. — Integralgleichungen. In einem Anhang sind die wesentlichsten mathematischen Hilfsmittel zusammengestellt.

Das Buch wird allen denen, die an der unbesorgten geschickten Art des Engländers, angewandte Probleme zu bearbeiten, Geschmack finden, besonders willkommen sein. Der deutsche Bearbeiter hat es verstanden, bei sorgfältigster mathematischer Strenge diesen Grundton des Werkes zu erhalten. *W. Kramer.*

Integralgleichungen unter besonderer Berücksichtigung der Anwendungen. Von Dr. G. WIARDA. Mit 8 Figuren im Text. Leipzig u. Berlin 1930. Verlag B. G. Teubner. 183 Seiten. Preis geb. 9,60 RM. (Sammlung mathematisch-physikalischer Lehrbücher 25.)

Das Buch will eine leicht faßliche Einführung in die Theorie der Integralgleichungen geben. In einem einleitenden Kapitel werden mehrere physikalische Probleme besprochen, deren mathematische Behandlung zu Integralgleichungen führt. Immer steht auch weiterhin die Anwendung auf Physik und Technik im Vordergrund. Die mathematische Behandlung schließt sich an die SCHMIDTSche Theorie an.

Das Buch kann allen denen empfohlen werden, die sich mit den Anwendungsmöglichkeiten der Integralgleichungen vertraut machen wollen.

W. Kramer.

Integralgleichungen. Von GERHARD KOWALEWSKI. Mit 11 Figuren. Berlin und Leipzig 1930. Verlag Walter de Gruyter u. Co. 302 S. Preis geb. 16,50 RM. (Göschens Lehrbücherei, I. Gruppe: Reine und angewandte Mathematik, Bd. 18.)

Das vorliegende Buch von KOWALEWSKI ist wie seine früheren Lehrbücher durch Präzision und Vollständigkeit der Darstellung ausgezeichnet. In einem einführenden Kapitel entwickelt Verfasser Probleme, die zu Integralgleichungen

führen. Er geht dabei aus von dem ABELSchen Zykloidenproblem. An Hand dieser speziellen Beispiele werden die Begriffe eingeführt, die für die später folgenden allgemeinen Ausführungen gebraucht werden. In den beiden ersten Kapiteln werden besprochen Integralgleichungen vom VOLTERRAschen und FREDHOLMschen Typus. Das dritte Kapitel behandelt FREDHOLMsche Integralgleichungen mit symmetrischem Kern. Im vierten Kapitel werden einige Anwendungen der Integralgleichungen gegeben. Hervorzuheben ist noch die neue Art der Einführung der Theorie der Hauptkerne und Hauptfunktionen.

Das Buch kann jedem, der sich mit diesem Gebiete beschäftigen will, auf das wärmste empfohlen werden; es wird sich als „zuverlässiger und bequemer Führer“ erweisen. *W. Kramer.*

Die Anwendung der Nomographie in der Mathematik. Für Mathematiker und Ingenieure dargestellt von H. SCHWERDT. Mit 240 Abbildungen im Text und auf 104 Tafeln. Berlin 1931. Verlag Julius Springer. VII und 116 Seiten. Preis geb. 28 RM.

Das vorliegende Buch soll zeigen, daß zahlreiche Probleme der Mathematik rein graphischer Behandlung zugänglich sind, daß also die graphischen Methoden nicht allein Hilfsmittel der Rechnung sind, sondern Eigenrecht im Rahmen der mathematischen Disziplinen besitzen. Dieser Nachweis dürfte dem Verfasser gelungen sein. Um die Vielseitigkeit der Verwendung der Nomographie darzutun, seien die Einzelgebiete, die der Verfasser in den Kreis seiner Betrachtungen zieht, angeführt: Ebene und räumliche Geometrie, Koordinatensysteme, Koordinatengeometrie, Gleichungen und Funktionen. Für den Schulmann dürften von besonderem Interesse die Ausführungen über sphärische Koordinatensysteme sein, deren Behandlung in Arbeitsgemeinschaften recht wohl durchführbar erscheint.

Mit Rücksicht darauf, daß der gebotene Stoff in seinen Grundlagen noch nicht zum mathematischen Allgemeingut gehört, hätte der erläuternde Text hier und da ausführlicher sein können.

Das Buch verdient in gleichem Maße das Interesse des Mathematikers wie des Ingenieurs.

W. Kramer.

Von Zahlen und Figuren. Proben mathematischen Denkens für Liebhaber der Mathematik. Ausgewählt und dargestellt von HANS RADEMACHER und OTTO TOEPLITZ. Mit 129 Textfiguren. Berlin 1930. Verlag Julius Springer. V und 164 Seiten. Preis geb. 9.60 RM.

Die Verfasser haben sich die Aufgabe gestellt, durch ausführliche Besprechung von einzelnen Problemen dem Nichtmathematiker „Proben zu geben von allen den vielgestaltigen Geschehnissen, die sich unter dem Namen Mathematik begreifen, von der Mathematik um ihrer selbst willen, von den inneren Werten, die sie um ihrer selbst willen hat“. Sie weisen mit Recht auf das zu Unrecht bestehende Vorurteil gegen die Mathematik hin und führen treffend diese Abneigung auf die

falsche Definition der „mathematischen Begabung“ zurück.

Die Beispiele sind zweifellos außerordentlich geschickt und kennzeichnend ausgewählt. Jeder, der auch nur einiges Interesse für die Mathematik besitzt, wird mit Freude und Genuß das Buch lesen. So dürften der junge Student, ja selbst schon der interessierte Primaner und die Liebhaber der Mathematik viele Anregungen aus dem Buch schöpfen. Doch der übrige Leserkreis, die Verächter der Mathematik, an den sich die Verfasser im Vorwort auch wenden, wird schwerlich die von den Verfassern beabsichtigten Folgerungen aus dem Buche ziehen. Wenn man auch den Verfassern darin zustimmen muß, daß jene vielen Versuche über die „mathematischen Spiele und Scherze“ das Verständnis für die mathematischen Wissenschaften zu fördern nicht imstande sind, so wird doch auch dem von ihnen gemachten Versuch schwerlich Erfolg beschieden sein. Die Mathematik kann sich bei jenen „Nichtmathematisch Begabten“ wohl nur auf dem Umweg über ihre Anwendungsgebiete Ansehen verschaffen.

W. Kramer.

Theorie und Anwendung der unendlichen Reihen. Von Dr. KONRAD KNOPP. Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 14 Textfiguren. Band II der Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete. Berlin 1931. Verlag Julius Springer. XII und 582 Seiten. Preis geb. 39.60 RM.

In weniger als zehn Jahren sind die Auflagen dieses Buches notwendig geworden. Daraus darf wohl gefolgert werden, daß die Absicht des Verfassers, „den Studierenden bei den Vorlesungen eine zuverlässige und gründliche Hilfe zu bieten und die Durcharbeitung des ganzen Stoffes im Selbststudium zu ermöglichen“, voll und ganz gelungen ist. Der Verfasser hat es verstanden, die Frische und Lebendigkeit seiner Vorlesungen, deren Reiz sich niemand entziehen konnte, auf sein Buch zu übertragen. Die Darstellung dieses recht abstrakten Stoffes ist stets klar und anregend. Die wichtigsten Ergebnisse sind deutlich herausgearbeitet und gekennzeichnet worden. Bei der Neuauflage hat der Verfasser ein neues Kapitel über die EULERSche Summenformel und asymptotische Entwicklung eingefügt. Einzelne Beweise sind auf Grund der Fortschritte der Wissenschaft oder der Erfahrungen im Unterricht verbessert bzw. vereinfacht worden.

Das Buch ist heute schon als grundlegend auf dem Gebiete der Reihenlehre anerkannt; niemand kann an diesem Werk vorübergehen, der wissenschaftlich auf diesem Gebiet arbeiten oder sich zum Zwecke eigenen Unterrichts orientieren will. Dem Studierenden der Mathematik wird das Buch ein zuverlässiger Führer sein.

W. Kramer.

Vierstellige Tafeln der wichtigsten Funktionen und Festwerte zum logarithmischen und natürlichen Rechnen. Zusammengestellt von A. KRAFT.

Ausgabe A: Mit mathematischer Formelsammlung. Dritte verbesserte Auflage. Leipzig, 1930. Verlag Quelle u. Meyer, 42 Seiten. Preis geb. 2.20 RM.

Die Tafel enthält alle für den Unterricht wesentlichen Tabellen und Angaben aus der Erd- und Himmelskunde, Naturwissenschaft und Volkswirtschaft. Druck und Anordnung sind übersichtlich, Einband und Papier haltbar. In der dritten Auflage ist eine Tabelle zur Umrechnung der Zeitmaße in Winkelmaße neu aufgenommen worden. *W. Kramer.*

Grundlagen der Geometrie. Von Dr. DAVID HILBERT. Siebente umgearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 10 Figuren im Text. VII und 326 S. Preis geb. 18 RM (Wissenschaft und Hypothese VII). Leipzig und Berlin 1930. Verlag B. G. Teubner.

HILBERTS fundamentales Werk über die Grundlagen der Geometrie gehört längst zum allgemeinen Besitztum der Mathematiker und Logiker, so daß ein ausführlicher Bericht unnötig erscheint. Die Besprechung kann sich auf Angabe der Änderungen und Zusätze in der neuen Auflage beschränken.

Der Text des Hauptteiles ist auf Grund der Erfahrungen von inzwischen gehaltenen Vorlesungen und unter Berücksichtigung der von anderen Autoren erzielten Fortschritte umgearbeitet, der Anhang II „Über den Satz von der Gleichheit der Basiswinkel im gleichschenkligen Dreieck“ neu gefaßt worden. Hinzugefügt sind als Anhänge VIII bis X drei Vorträge des Verfassers: „Über das Unendliche“ (Münster 1925), „Die Grundlagen der Mathematik“ (Hamburg 1927) und „Probleme der Grundlagen der Mathematik“ (Bologna 1928). HILBERT berichtet hierin über seine „Beweistheorie“ und vertritt seinen Standpunkt vor allem gegen BROUWER und RUSSEL. Wiedergegeben sei das Schlußwort des letzten Vortrages: „Ich glaube, daß meine Beweistheorie uns auch noch einen allgemeinen Dienst leistet. Denn wie wäre es mit der Wahrheit unseres Wissens überhaupt und wie mit der Existenz und dem Fortschritt der Wissenschaft bestellt, wenn es nicht einmal in der Mathematik sichere Wahrheit gäbe? Die Beweistheorie verschafft uns das Hochgefühl der Überzeugung, daß wenigstens dem mathematischen Verstande keine Schranken gezogen sind und daß er sogar die Gesetze des eigenen Denkens selbst aufzuspüren vermag“. Diese Worte zeigen wohl deutlich, daß HILBERT der Überwindung der Grundlagenkrise mit Zuversicht entgegenseht. *W. Kramer.*

Projektive Geometrie. Von Dr. LUDWIG BIEBERBACH. Teubners mathematische Leitfäden. Band 30. Leipzig und Berlin 1931. Verlag B. G. Teubner. IV und 190 Seiten. Preis kart. 7.80 RM.

Der vorliegende Band bildet die Fortsetzung der vom Verfasser in der gleichen Sammlung (Bd. 29) herausgegebenen „Analytischen Geometrie“. Behandelt werden die projektive Ebene

und der projektive Raum. In der Darstellung werden durchweg die homogenen Koordinaten benutzt. Neben der projektiven Gruppe werden auch ihre Untergruppen ausführlich behandelt. Als Anwendungen werden vor allem die Kegelschnitte und die Flächen 2. Grades herangezogen. Die Geometrie der Ebene wird gegenüber dem Raum stark bevorzugt. Metrische Beziehungen werden erst im letzten Paragraphen entwickelt; sie sollen in einem weiteren Bändchen ausführlich besprochen werden.

Der Inhalt ist vielseitig und erschöpfend. Mit Rücksicht auf die Form der Darstellung dürfte das Bändchen weniger für den Anfänger als für solche Leser geeignet sein, die dem Stoff nicht völlig fremd gegenüberstehen. *W. Kramer.*

Der vierdimensionale Raum. Von Prof. Dr. LUDWIG ECKHART. Mit 29 Textfiguren. Mathematisch-physikalische Bibliothek Band 84. Berlin u. Leipzig 1929. Verlag B. G. Teubner. 54 S. Preis kart. 1.20 RM.

Das Bändchen gibt eine leicht verständliche Einführung in die Geometrie des vierdimensionalen Raumes. Der Verfasser bedient sich gleichmäßig der analytischen und der darstellenden Geometrie, um den Leser zu einer klaren Anschauung der vierdimensionalen zu führen. Das Bändchen ist anregend geschrieben; es kann als wertvoller Beitrag für die „mathematisch-physikalische Bibliothek“ bezeichnet werden. *W. Kramer.*

Einführung in die Mechanik und Akustik. Von R. W. POHL. Zweite verbesserte Auflage. Mit 440 Abbildungen. VIII und 251 Seiten. Berlin 1931, Verlag von Julius Springer. Preis geb. RM 15,80.

Die 1. Auflage der POHLschen Mechanik ist in dieser Zeitschrift 44, 134 (1931) ausführlich besprochen worden. Die Neuauflage machte nur einzelne Verbesserungen und Erweiterungen notwendig. Jeder Physiklehrer hat die Pflicht, sich in dieses einzigartige Werk zu vertiefen. *Mth.*

Vorlesungen über theoretische Physik. Von H. A. LORENTZ. Band V: Die MAXWELLSche Theorie (1900—1902). Bearbeitet von Dr. K. BREMEKAMP. Übersetzt von Dr. H. STÜCKLEN. Leipzig 1931, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. VII und 199 Seiten, mit 26 Abbildungen. Geh. RM 15.—; geb. RM 16,20.

Was bei der Besprechung der ersten 4 Bände der LORENTZschen Vorlesungen gesagt worden ist [diese Zeitschrift, 43, 182 (1930)], das gilt auch für den vorliegenden 5. Band: ein Meister der Wissenschaft und zugleich ein Meister der Darstellung spricht hier zu uns, dem es, wie es im ersten Bande heißt, wesentlich darauf ankommt, den Zuhörern etwas von dem Genuß zu verschaffen, den er selbst beim Arbeiten an den physikalischen Problemen empfunden hat. Das Buch bringt zunächst mathematische Hilfsätze (STOKESScher und GREENScher Satz, POISSONSche Gleichung u. a.); danach werden in 7 Kapiteln die Vektoren des elektromagnetischen

Feldes, die Elektrostatik, die stationären Ströme, die Induktionsströme, die Energie im elektromagnetischen Feld und die elektromagnetische Lichttheorie behandelt. Die Darstellung läßt den Zusammenhang zwischen den Gleichungen in Vektorensprache und in kartesischen Koordinaten immer wieder hervorleuchten.

Die vorzüglichen Vorlesungen des Altmeisters der Physik können jedem Studenten auf das wärmste empfohlen werden. *Lamla.*

Physik und Elektrizitätslehre. Von ROBERT JÄGER. Band V der Sammlung „Laboratoriumstechnik und Röntgenverfahren, ein Handbuch für den Arzt und die technische Assistentin“, von WALTER LUSTIG. Leipzig 1931, Fischers Medizinische Buchhandlung. XVI und 175 Seiten, mit 289 Abbildungen. Geh. RM 8.—; geb. RM 9,80.

Der merkwürdig anmutende Titel „Physik und Elektrizitätslehre“ soll wohl den Mediziner von vorn herein darauf hinweisen, daß er hier auch alle für die Medizin wichtigen Anwendungen der Elektrizitätslehre findet. Entsprechend umfaßt der auf elektrische Dinge bezügliche Teil nahezu 45% des Buches. Das Werk „will nicht eine erschöpfende Behandlung der Physik geben, sondern soll in gedrängter Form die physikalischen Grundlagen und ihre mannigfaltigen Anwendungen im täglichen Leben und besonders in der Medizin darstellen“. Blättert man das Buch durch, so erkennt man, daß dieses Ziel gut erreicht ist. Vielleicht möchte man dieses oder jenes anders oder schärfer formulieren (etwa die Erklärung der Wasserstrahlpumpe auf S. 29, die Definition des Potentials auf S. 101 u. a.); aber das sind im Grunde Kleinigkeiten. Die Darstellung ist klar, übersichtlich und durch gutes Bildmaterial vorzüglich unterstützt. Überall sieht man das Ziel, den Leser auf die für die Medizin wichtigen Anwendungen zu führen: neben der Schublehre z. B. wird das Kephalmeter (Schädelmesser) abgebildet; beim Schwimmen wird die Schwimmblase des Karpfens nach ihrer Gestalt und Bedeutung behandelt; bei der Strömung wird auf das Druckgefälle in der Blutbahn vom Herzen über die Arterien, die Kapillaren und die Venen hingewiesen; die Konstruktion von Kühlschränken wird durch Abbildungen erläutert; bei der Wärmewirkung des Stromes kommen Föhn und Heizkissen (mit automatischem Selbstausschalter) zu ihrem Recht; ganz besonders ausführlich werden die Lichttherapie, die Diathermie und die Anwendungen der Röntgenstrahlen behandelt usw.

Für den Lehrer an höheren Schulen bietet das Buch eine Fülle von ganz neuen Gesichtspunkten zur Belegung des Unterrichts, zumal da keinerlei medizinische Kenntnisse vorausgesetzt werden. Aus diesem Grunde möchte ich alle Kollegen dringend auf das Buch hinweisen.

Lamla.

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften. Herausgegeben von der Schriftleitung der „Naturwissenschaften“. Zehnter Band. Mit 118 Ab-

bildungen. 452 Seiten. Berlin 1931, Verlag von Julius Springer. Preis geb. RM 37,60.

„Die Ergebnisse sollen im allgemeinen über das berichten, was im vorangegangenen Jahre zu besonderer Bedeutung gelangt ist.“ Der 10. Band bringt Beiträge über 9 verschiedene Einzelgebiete.

1. P. TEN BRUGGENCATE: Die veränderlichen Sterne. 83 S. Das beobachtende und theoretische Erforschen der veränderlichen Sterne kann zu wichtigen Aufschlüssen über die Struktur der Sterne führen. Der gegebene Überblick über unsere Kenntnis der physikalischen Vorgänge, die die Veränderlichkeit eines Sterns bewirken, weist der künftigen Beobachtung veränderlicher Sterne die Richtung zu weiteren Fortschritten.

2. F. G. PEASE: Interferometer methods in astronomy. 13 S. Mit Hilfe des Interferometers ist es gelungen, die Durchmesser einiger Fixsterne zu ermitteln. Dabei leistet die interferometrische Messung die Auflösung kleiner Winkel zwischen Lichtstrahlen.

3. C. LANZCOS: Die neue Feldtheorie EINSTEINS. 36 S. Der von EINSTEIN zu einer Theorie ausgebildete Gedanke wird durch den Begriff „Fernparallelismus“ gekennzeichnet. Es ist in jeder Richtung in irgendeinem Punkte eine ihr gleiche, also parallele Richtung in jedem anderen Punkte eindeutig und umkehrbar zugeordnet. Von den aufzustellenden Feldgleichungen wird „das höchste Maß von zulässiger Überbestimmung gefordert“.

4. M. v. LAUE: Die dynamische Theorie der Röntgenstrahlinterferenzen in neuer Form. 26 S. Die neue Form besteht in einer Angleichung der Theorie an die Vorstellungen der Wellenmechanik.

5. H. A. STUART: Kerr-Effekt, Lichtstreuung und Molekülbau. 48 S. Die Untersuchungen des Depolarisationsgrades bei der molekularen Lichtstreuung und die Methodik des Kerr-Effekts führen zu Schlüssen über den Bau der Moleküle.

6. G. HERZBERG: Die Prädissoziation und verwandte Erscheinungen. 78 S. Prädissoziation heißt die Erscheinung des Diffuswerdens in einer Serie von Absorptionsbanden. Die verschiedenen Formen dieser Erscheinung werden übersichtlich dargestellt und theoretisch gedeutet. Es ergeben sich Zusammenhänge mit dem Molekül-Term-schema und verschiedenen Tatsachen der Chemie.

7. W. HANLE und K. LARCHE: Die Lichtausbeute bei Stoßanregung. 40 S. Die Betrachtung von Lichtausbeutefragen unter einfachen Verhältnissen führt zu Gesetzmäßigkeiten, die auf verwickelte Fälle angewendet werden. Die drei Lichtanregungen: Elektronenstöße, Ionen- und Atomstöße und Stöße zweiter Art liegen der in der Arbeit gewählten Einteilung zugrunde. Zum Schluß wird das Leuchten fester Körper kurz gestreift.

8. U. DEHLINGER: Röntgenforschung in der Metallkunde. 62 S. Es wird über Eigenschaften der metallischen Strukturen berichtet, die für die metallische Bindung bestimmend sind: Symmetrie, Verformbarkeit, „Fernwirkung“ von Gitterveränderungen. Die Ursachen dieser Eigen-

schaften sind noch unerforscht, und erst ihre Aufhellung wird die Auswertung der mit Röntgenstrahlen erhaltenen Gittervermessungen ermöglichen.

9. M. BORN: Chemische Bindung und Quantenmechanik. 58 S. Gruppen- und Invariantentheorie liefern Methoden, mit deren Hilfe in den theoretischen Untersuchungen über die chemische Bindung bedeutsame Fortschritte erzielt worden sind. Die weitere rechnerische Behandlung der Valenzbindungen läßt hoffen, daß schließlich eine Erklärung der chemischen Bindungskräfte gelingen wird.

Die letzten 8 Seiten des Buches bieten als sehr schätzenswerte Zugabe ein Namen- und Sachverzeichnis, das sich auf den Inhalt aller bisher erschienenen 10 Bände bezieht.

Wenn der Herausgeber im Vorworte zum I. Bande (1922) sagte, daß die „Ergebnisse“ einen Überblick über die Sache geben sollten, so ist das im 10. Bande ebenso geglückt wie in den 9 vorangegangenen. Ein besonderer Reiz liegt darin, daß die verschiedenen zu Worte kommenden Verfasser die Eigenart ihrer Darstellungsweise entfalten können. Auch die Physiklehrer an höheren Schulen werden reichen Gewinn haben, wenn sie diese von Meistern geschriebenen Aufsätze studieren.

Mth.

Physikalisches Handwörterbuch. Herausgegeben von ARNOLD BERLINER und KARL SCHEEL. Zweite Auflage. Mit 1114 Textfiguren. VI und 1428 Seiten. Berlin 1932, Verlag von Julius Springer. Preis geh. RM 96.—; geb. RM 99,60.

Der Physiklehrer an einer höheren Schule ist gegenwärtig durch die Pflichten, die Vorbereitung und Durchführung seines Unterrichts ihm auferlegen, so stark belastet, daß er keine Möglichkeit mehr hat, mit seiner Wissenschaft auch nur in Fühlung zu bleiben. Wer so glücklich ist, noch Zeitschriften in die Hand zu bekommen, kann vielleicht in großen Zügen ein Bild von den Fortschritten der Physik gewinnen, wenn seine Freizeiten ihm gestatten, wieder Anschluß an die Forschung zu suchen. Nun treten aber mitten in der Forderung des Tages Fragen auf, die augenblicklich beantwortet werden müssen. Beim Formen des Stoffes für Darbietungen, für Übungen, für Arbeitsunterricht tauchen Begriffe auf, über deren Umfang und Inhalt Zweifel bestehen; Theorien sollen erörtert werden, und es fehlt ein zuverlässiger Anhalt für den gegenwärtigen Stand der Auffassungen; Schüler wollen sofort Anschluß erhalten über die in aller Munde befindlichen neuesten Errungenschaften. Was tun? Gäbe es doch ein sicheres Nachschlagewerk, das in gedrängter Übersicht den „Fall“ verständlich abhandelt oder mindestens die Richtung zum Weiterkommen bestimmt weist!

Dieses Werk liegt vor in dem Physikalisches Handwörterbuch von BERLINER und SCHEEL. Man sucht eine „Vokabel“ auf und findet Angaben, die mitten in die Sache führen. Verfolgt man auch noch die eingestreuten Hinweise, so weben sich die Einzelheiten zum Ganzen. Jeder

Artikel ist von einem hervorragenden Fachmanne des betreffenden Gebietes geschrieben. Es liegt in der Natur der Sache, daß solche Lektüre oft recht schwierig ist. Aber die auf das Eindringen in die Begriffswelt verwendete Mühe lohnt sich. Referent benutzt das Buch täglich und erprobt immer wieder seine Unentbehrlichkeit. In der Handbücherei für Physik einer jeden höheren Schule muß es stehen, und sehr viele Physiklehrer sollten es sich auch noch persönlich beschaffen, um beim häuslichen Arbeiten nachschlagen zu können.

Bescheiden lehnen die Herausgeber ein Verdienst um die Vorzüge des Werkes ab. So geht es nicht. Beide gehören zu den 93 Mitarbeitern, deren Beiträge sie „herangeholt“ haben — sie sind ihnen wirklich nicht einfach in einen aufgestellten Sammelkasten geflogen —; beide haben die glücklich geborgenen Handschriften überarbeitet und schließlich die vielen Tausende von Artikeln so zusammengefaßt, daß die notwendige Übereinstimmung erzielt ist. Dafür gebührt den Herausgebern wärmster Dank, dem sie sich nicht entziehen dürfen. Referent hat das Buch bisher noch in keinem Falle vergeblich zu Rate gezogen. Möglich, daß Stichwörter fehlen. Aber dann werden spätere Auflagen sie bringen, da BERLINER und SCHEEL an ihrem wertvollen Werke weiterarbeiten.

Mth.

Elektronenröhren. Von H. BARKHAUSEN. I. Bd. Allgemeine Grundlagen. 4. vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 118 Abbildungen. Verlag S. Hirzel, Leipzig, 1931. Preis geh. RM 6.—, geb. RM 7.50.

Wohl alle, die sich mit Elektronenröhren näher befassen, werden auf das Erscheinen eines neuen „BARKHAUSEN“ bereits lange Zeit gewartet haben, denn die 3. Auflage entsprach schon seit Jahren in keiner Weise mehr der technischen Entwicklung. In seinem Vorwort zur 4. Auflage gibt BARKHAUSEN an, daß zunächst die Fertigstellung der Bände II und III erfolgen mußte, bevor an eine Umarbeitung des I. Bandes zu denken war. Diese Umarbeitung ist nun so gründlich geschehen, daß der alte „BARKHAUSEN“ kaum wiederzuerkennen ist. Alle modernen Röhrentypen (Röhren mit hoher Emission, Doppelgitterröhren jeder Ausführung, Mehrgitterröhren, Dynatron und Magnetron) sind eingehend untersucht worden, ihr physikalisches Verhalten, das bekanntlich oft sehr verwickelt wird, ist theoretisch und praktisch geklärt. Auch an der Besprechung dieser schwierigen Probleme ist wieder die alte sprachliche und gedankliche Klarheit BARKHAUSENS zu bewundern. Das Kapitel „Theorie der Schaltungen“, das bisher im wesentlichen die Verstärkertheorie erörterte, findet sich im neuen Bande nicht mehr in dieser Form, die gesamte Verstärkertheorie soll vielmehr nach einer Ankündigung im Vorwort zusammen mit dem Röhrensender in Band II behandelt werden. Dafür ist ausführlicher eine allgemeine Theorie der Wechselstromschaltungen gegeben, die naturgemäß bei Benutzung von Elektronen-

röhren, sei es in welcher Verwendung, stets wieder gebraucht werden. Die Rechnungen sind mit Widerstandsoperatoren ausgeführt, deren Grundlagen kurz erläutert werden. Viele Leser werden sicherlich diesen letzten Teil des Buches sehr begrüßen. Die Formelzeichen sind anders gewählt wie früher, sicherlich in Anklang an die inzwischen erfolgten Festsetzungen im Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (A.E.F.).

F. Moeller.

Astronomische Paradoxa. Von Dr. GEORG ALTER. 72 Seiten. Prag 1932. Verlag der J. G. Calve'schen Universitäts-Buchhandlung. Preis 25.— Kc.

In 10 Kapiteln werden eine Reihe von Fragen aus der Astronomie und Mechanik behandelt. Zu paradoxen Ergebnissen gelangt man bei allen jedoch nur dann, wenn man bei der Beantwortung entweder von nicht zutreffenden Voraussetzungen ausgeht oder wesentliche Punkte außer acht läßt. So darf man z. B. bei der ersten Frage: „Warum ist am 21. März und 23. September (Tag- und Nachtgleiche) die Sonne nicht zu Mittag auf dem höchsten Punkt und überdies der Tag länger als die Nacht?“ die Zeitgleichung und die Strahlenbrechung nicht übersehen, wenn man mit der Wirklichkeit nicht in Konflikt geraten will. Von den anderen Fragen, die der Verfasser behandelt, mögen nur noch erwähnt werden die nach der Krümmung der Mondbahn in bezug auf die Sonne, ferner die nach der Form des Kegelschnittes, den ein Körper um das Attraktionszentrum beschreibt, und die nach Entstehung und Verlauf der Gezeiten.

Der Inhalt des Werkchens kann sicherlich mit Nutzen im Unterricht verwendet werden, und wird dem älteren Schüler und jungen Studenten ein tieferes Eindringen in astronomische Fragen ermöglichen. *Kohl.*

Grundlinien der Chemie für Gymnasien, Frauenoberschulen, Lehrer- und Lehrerinnenbildungsanstalten. Von Prof. Dr. L. STERNHAGEN. 150 S. mit 19 Abbildungen. Leipzig und Wien 1930. Preis geb. RM 4.40; S. 6.60.

Das besonders auf österreichische Verhältnisse zugeschnittene Lehrbuch von STERNHAGEN ist systematisch aufgebaut, bringt nur sehr wenig Versuche und hat außerdem den starken Nachteil, daß sehr häufig auf die Unterstufe verwiesen wird. Nach einer kurzen geschichtlichen Einleitung — die Geschichte wird eingestreut in den Text später recht gut und eingehend behandelt — werden zunächst die chemischen Gesetze und Theorien, Wertigkeit, Äquivalentgewicht und Strukturformeln angegeben oder wie bei den Begriffen Atom und Molekül auf die Unterstufe verwiesen. Die Gesetze der konstanten und multiplen Proportionen werden merkwürdigerweise erst nach der Atomtheorie behandelt. Die ganze Darstellung ist aber sehr klar und leicht verständlich gehalten. Die chemische Technologie ist sehr knapp behandelt, besonders die Metallurgie, von der wirtschaftlichen Bedeutung ist nir-

gends die Rede, dagegen werden bei den Metallen die Salze eins nach dem andern oft nur unter Angabe des Namens aufgezählt. Nur die Herstellung der Glas- und Tonwaren ist etwas genauer besprochen worden. Der anorganische Teil vermag also nicht allen Anforderungen, die man an ein modernes Lehrbuch stellen kann, gerecht zu werden. So findet sich auch in der Benennung von Verbindungen immer noch das „o“ und „i“ an Stelle des Vorschlags der Nomenklaturkommission der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Die Bezeichnung „Eprouvette“ für Reagenzglas sei nur als österreichische Eigentümlichkeit erwähnt.

Der organische Teil ist insofern gut, als er sich im wesentlichen mit den Stoffen befaßt, die uns im täglichen Leben begegnen und diese mehr allgemein als streng chemisch behandelt. So wird, ohne auf die Theorie der Gärung einzugehen, die Gewinnung von Alkohol behandelt und ein Kapitel über seine hygienische und wirtschaftliche Bedeutung angeschlossen, Technologie und Verwendung der Fette und Kohlehydrate werden eingehend besprochen, aber über die Eiweißstoffe findet sich kein Wort, es wird einfach auf die Unterstufe verwiesen.

Die zyklischen Verbindungen werden äußerst kurz angegeben, dagegen Gerberei, Färberei, ätherische Öle, Harze, Kautschuk und Alkaloide eingehender aufgeführt, ohne daß etwa chemische Formeln oder Darstellungen gebraucht werden. Ist der organische Teil also, was den Inhalt angeht, recht nett, so muß doch festgestellt werden, daß mehr auswendig gelernt werden muß, als erarbeitet werden kann, besonders deswegen, weil die logische Verknüpfung der Teile sehr zu wünschen übrig läßt. Zunächst werden nämlich die Verbindungen mit einem, dann die mit zwei Kohlenstoffatomen behandelt, und zuweilen findet sich auch ein Kapitel ganz ohne irgend einen Zusammenhang mit dem vorangehenden. Dafür sei nur das Glycerin im Anschluß an das Azetylen als Beispiel aufgeführt.

Als Ganzes gesehen ist der organische Teil gut, weil er sich sehr beschränkt und das praktische Wichtige ohne viele Formeln in den Vordergrund stellt. *Isberg.*

Kurzgefaßter Leitfaden der Chemie. Von ADOLF DORNER. 2. Aufl. 59 S. mit 45 Abb. Leipzig 1930. G. Freytag A. G. Preis geh. RM. 1.44.

Nach den preußischen Richtlinien ist ein Lehrbuch der Chemie für die Untersekunden höherer Lehranstalten aus einem umfangreicheren Leitfaden bearbeitet worden, das bei weiser Stoffbeschränkung methodisch einwandfrei aufgebaut, auf die geringe Zahl der zur Verfügung stehenden Stunden Rücksicht nimmt und zugleich billig sein soll. Bei der Beschreibung von Versuchen hat der Verfasser einfache Apparaturen bevorzugt, zu ihrer Durchführung empfiehlt er indessen das Heranziehen eines Experimentierbuches. Der Text ist knapp und leicht verständlich gehalten, durch viele eingestreute Fragen soll die Eigen-tätigkeit der Schüler gefördert werden.

Seiner Bestimmung entsprechend ist der Hauptwert auf die Herausarbeitung der wichtigsten Gesetzmäßigkeiten, die Besprechung der Vorgänge des täglichen Lebens und der Technik gelegt. Die geschichtlichen Tatsachen werden meist in Fußnoten angegeben, zur Physik und Biologie sind zahlreiche Beziehungen geknüpft. Der Lehrgang ist auf Versuche aufgebaut, die zum Teil zahlreicher ausgewählt sein könnten, besonders bei der Einführung in die Atomtheorie, die zwar nicht exakt, aber erfreulich elementar und anschaulich gebracht wird. Auch aus der organischen Chemie wird im Anschluß an den Kohlenstoff und im Kapitel „Ernährung“ von Bekanntem ausgehend das praktisch Wichtigste sehr gut eingeführt. Das letzte Kapitel über „Technische Stoffe“ behandelt Baumaterialien, Glas, Tonwaren und schließlich vielleicht etwas reichlich kurz das Eisen.

Im ganzen betrachtet haben wir es in dem Leitfaden von DORNER jedenfalls mit einem sehr guten Buch für den Unterricht in Untersekunda zu tun, das sowohl methodisch wie stofflich einwandfrei ist.

Isberg.

Lehrbuch der Chemie der Mittelschulen. Von C. ELFERS, A. STOCKFISCH und S. GRAEBER. 214 Seiten mit einer Tafel und 91 Abbildungen. Münster in Westf. 1930. Aschendorfsche Verlagsbuchhandlung. Preis geb. RM 3.90.

Das vorliegende Chemiebuch unterscheidet sich von den auf höheren Schulen üblichen durch nichts, geht aber in seiner Stofffülle viel zu weit. In der Anordnung ist es recht geschickt aufgebaut. Die Verfasser gehen methodisch vor, schicken jedem Kapitel kurze Hinweise auf Dinge, die aus dem täglichen Leben allgemein bekannt sind, voraus, beschreiben dann eine Reihe Versuche, die gut ausgewählt und meist mit einfachen Mitteln durchzuführen sind, und behandeln dann erst im Sinne des Arbeitsunterrichts das betreffende Gebiet. Am Schluß eines jeden Kapitels sind dann unter der Überschrift: „Zum Nachdenken“ eine Reihe Fragen zusammengestellt, die mit dem Besprochenen zusammenhängen, und daran schließen sich weitere praktische Übungen. Mineralogie und Kristallographie, Geschichte und Verbindungen zu den Nachbarwissenschaften sind zum Teil sogar zu eingehend behandelt. Der technologische Teil und die Besprechung der wirtschaftlichen Bedeutung ist meist sehr gut, nur dürfte das Zahlenmaterial etwas jüngeren Datums sein. Die Abbildungen sind in ihrer Güte sehr verschieden, Abb. 68 steht auf dem Kopf.

Wenn man also hinsichtlich der Anordnung und Arbeitsweise dem vorliegenden Lehrbuch bei einiger Stoffbeschränkung im allgemeinen nur zustimmen kann, so ist es chemisch durch eine Fülle teils elementarer Fehler, die wir den Schülern unserer Oberstufen sehr übel nehmen würden, völlig unbrauchbar und bedarf einer gründlichen Überarbeitung. Dabei muß ich gleich darauf hinweisen, daß der organische sehr viel besser als der anorganische Teil ist. Es ist nicht mög-

lich, alle Fehler hier aufzuzählen, aber zum Beweis werde ich einige besonders schlimme Beispiele anführen. So heißt es auf S. 18: „Schwefeldampf in Wasser aufgelöst färbt blaues Lackmuspapier rot“. Nach Seite 27 entsteht beim Einleiten von Chlor in Natronlauge nur Natriumchlorid, auf S. 28 lesen wir, daß Kaliumjodid ein Erkennungsmittel für Stärke ist, auf S. 33, daß der Stängenschwefel amorph ist. Besonders grob ist der Fehler, der bei der Definition der Normallösung gemacht wird. „Wird ein Mol eines Stoffes in Wasser gelöst und die Lösung durch Zusetzen von Wasser auf 1000 ccm ergänzt, so entsteht eine normale Lösung“, und in der Tat wird verschiedentlich vorgeschrieben, 98 g H_2SO_4 zu 1000 ccm zu lösen, um eine Normallösung zu erhalten, so daß es sich nicht um einen Druckfehler oder eine Flüchtigkeit handeln kann. Auf S. 42 ist eine falsche Formel über das Phosphorsalz angegeben, auf S. 45 steht die Gleichung: $NO_2 + H_2O = HNO_3$, die kein Obertertianer mehr schreiben würde, auf S. 74 und S. 65 wird mit einem Glimmspan auf Kohlendioxyd untersucht. Ich habe damit nur eine bescheidene Auswahl gegeben, die sich leicht vermehren läßt; aber neben Fehlern kommt außerdem eine große Reihe von Ungenauigkeiten vor.

In der vorliegenden Form ist das Buch jedenfalls trotz der guten Anlage völlig unbrauchbar, es bedarf zunächst einer gründlichen Überarbeitung, bei der man auch die Nomenklatur einheitlich und neuzeitlich gestalten sollte. Es ist nur zu bedauern, daß das Lehrbuch sich schon im Handel befindet und eine Fülle von Unsinn verbreitet.

Isberg.

Lehrgang der Chemie. Oberstufe. Von Oberstudiendirektor Dr. FRANZ KÜSPERT. II. Teil: Organische Chemie verfaßt von Dr. H. DITTMAR. 193 Seiten mit 44 Bildern und Tabellen. Bamberg 1931. C. C. Buchners Verlag. Preis geh. RM 3.—

Als letztes Heft des von dem verstorbenen Dr. KÜSPERT angelegten „Lehrgangs der Chemie“ ist für die 9. Klasse der Oberrealschulen die „Organische Chemie“, von Dr. DITTMAR verfaßt, herausgekommen, der in der Anordnung und Einteilung des Stoffes einen neuen Weg beschritten hat. Aus methodischen Gründen hat der Verfasser versucht, die übliche Unterscheidung zwischen aliphatischen und aromatischen Verbindungen zu überbrücken und das Benzol im Anschluß an die aliphatischen Kohlenwasserstoffe, das Phenol im Anschluß an die Alkohole, Benzoesäure im Anschluß an Essigsäure behandelt. Der Hauptwert ist auf die Behandlung der Kohlehydrate, Fette und Eiweißkörper gelegt, die den größten Teil des Buches einnehmen. In den Vorbemerkungen betont der Verfasser: „Schülerübungen können sehr reichlich die Durchdringung des Stoffes unterstützen.“ Da ist es bedauerlich, daß in dem Lehrbuch keine solchen Versuche aufgeführt sind, die für den Arbeitsunterricht unentbehrlich sind. Ob sich die neue Stoffanordnung bewährt, läßt sich nicht

ohne weiteres entscheiden und muß erst praktisch erprobt werden. Das Bildmaterial ist gut.

Der behandelte Stoff erscheint mir selbst für die Oberstufe in manchem zu weitgehend, der Aufbau der Alkaloide und die Formeln einer ganzen Reihe von Farbstoffen dürften getrost fehlen. Dagegen könnten einfachere Dinge oft etwas eingehender besprochen werden. Gut ist die einheitliche Durchführung der Nomenklatur und die zuweilen durchgeführte Konstitutionsbestimmung grundlegender Substanzen, gut ist auch die Darstellung der technischen Verfahren in der organischen Chemie. Als ganzes betrachtet stellt das Lehrbuch einen Versuch dar, aus methodischen Gründen von der bisherigen Systematik loszukommen. Der Inhalt und die neue Anordnung des Stoffes sind so beschaffen, daß der nach neuen Wegen suchende Lehrer getrost einen Versuch mit diesem Lehrgang machen kann.

Isberg.

Die Indi-Lichtlehre. Von WERNER KROLL. 1. Teil: Über die Struktur der Atome. Leipzig 1930. Otto Hillmann Verlag. Preis geh. RM 10.—, geb. RM 12.50.

Die „Indi-Lichtlehre“ ist um in die Luft zu gehen, so daß man sie mit Stillschweigen übergehen könnte. Schon der Untertitel: „ein Begehen von Gott, Sonnen, Menschen und Atomen“ zeigt, daß es sich um eine Spekulation handelt, die das Begleitschreiben des Verlags eine Metaphysik der Physik nennt. Nur der gute Wille des fraglos in den Fragen moderner Physik gut bewanderten Verfassers, einen neuen umfassenden Gesichtspunkt zur Erklärung der vielseitigen Erscheinungen zu liefern, kann mit der Schrift etwas versöhnen. Nur deswegen sollen auch ganz kurz die Hauptgedanken genannt werden.

Das „Indi“ hat seinen Namen vom Individuum, worunter sich der Verfasser das unteilbare Weltall vorstellt. Es ist eine absolut unteilbare und unzerreißbare materielle Substanz, die die Fähigkeit hat, ihre Zustände von äußerster Verdünnung, die weit jenseits unserer Vorstellung von Gasen liegt, bis zu maximaler Verdichtung, die alle uns bekannten festen Stoffe übertrifft und etwa in den Kernen der Sterne verwirklicht ist, zu ändern. Die Annäherung an die maximale Verdünnung soll etwa im Äther unserer Physiker verwirklicht sein. Und auf Grund dieser Vorstellung wird nun versucht, das Wesen des Elektrons, des Wasserstoffatoms, das in einer köstlichen Abbildung wiedergegeben wird, ebenso wie Uran und Eisen, den Aufbau aller übrigen Elemente, die Radioaktivität, den Magnetismus und das Licht zu erklären. Das Ganze ist eine Gedankenspielerei, die besonders beim Aufbau der Atome tolle Blüten treibt, die den Wert moderner Theorien der Physik und zum Teil auch den der Experimente leugnet.

Es ist erstaunlich, daß ein solches Buch heute herausgebracht werden kann; von seinen vorgesehenen Fortsetzungen wird man wahrscheinlich nichts hören, ohne daß die Wissenschaft es zu bedauern braucht.

Isberg.

Chemische Thermodynamik. Einführung in die Lehre von den Gemischen, Affinitäten und Gleichgewichten. Von Prof. Dr. HERMANN ULICH. XVI und 353 Seiten. Mit 30 Abbildungen. Dresden und Leipzig 1930. Verlag von Theodor Steinkopff. Preis geh. RM. 18.50, geb. RM 20.—.

Der eine Mitarbeiter an dem Thermodynamikwerke von SCHOTTKY, ULICH und WAGNER unternimmt hier, „einem größeren Leserkreise Wesen und Wirkung der Thermodynamik nahezubringen“. Das Buch soll so weit führen, daß der Leser daraufhin imstande ist, die thermodynamische Weltliteratur zu lesen und ihre Ergebnisse anzuwenden. Der erste und zweite Hauptsatz bilden die Einleitung. Daran schließt sich die Behandlung der Grundgesetze der Reaktionsthermodynamik. Der in dem nächsten Kapitel (III) folgende Überblick über die Anwendungen der Reaktionsthermodynamik hat den Zweck, die im vorhergehenden Kapitel abgeleiteten Beziehungen zu veranschaulichen und zu befestigen. Für die in diesen Formeln enthaltenen Größen sind vielfach Naturgesetze teils empirisch gefunden, teils theoretisch auf Grund von nicht thermodynamischen Gesetzmäßigkeiten abgeleitet worden, z. B. Zustandsgleichungen, Gesetze über spezifische Wärmen, über das Verhalten starker Elektrolyte usw. Diese Gesetzmäßigkeiten können zweckmäßigerweise dann eingeführt werden, wenn die Möglichkeit besteht, die Einzelstoffe und Einzelphasen als Träger der thermodynamischen Effekte anzusehen und die Reaktionseffekte als aus Einzelstoffeigenschaften zusammengesetzt zu erkennen. Dieser Gesichtspunkt beherrscht die Anordnung der nächsten Kapitel. Die Reaktionen zwischen reinen Stoffen bieten keine Schwierigkeiten. Wegen der komplizierteren Verhältnisse bei den Mischphasen ist ihre Behandlung zurückgestellt und einem späteren Kapitel (V) vorbehalten. In den Kapiteln III und IV wird die Mischphasenthermodynamik nur angeschnitten. Das IV. Kapitel befaßt sich mit dem dritten Hauptsatze der Thermodynamik, dem NERNST'schen Wärmesatz, das V. mit der speziellen Thermodynamik der Mischphasen, das VI. kurz mit den Oberflächeneffekten.

Das Buch ist unter den Hauptgesichtspunkten der Verständlichkeit und der Anwendbarkeit entstanden. Mir scheint, daß das in hervorragendem Maße gelungen ist. Die Darstellung ist durchweg klar. Die Formelzeichen sind häufig ungewohnt. Eine vorausgeschickte Übersicht der wichtigeren Symbole, der Bedeutung der Indizes und der verschiedenen Schriftarten räumt diese Schwierigkeiten weitgehend aus dem Wege. Besonders nützlich ist dabei eine Tabelle, in der die von einigen neueren Autoren (SCHOTTKY, ULICH, WAGNER; PLANCK; NERNST; LEWIS und RANDALL; BENNEWITZ; EUCKEN) benutzten thermodynamischen Symbole einander gegenübergestellt sind. Die Verständlichkeit wird durch die zahlreichen Beispiele unterstützt. Viele Tabellen ermöglichen die Durchrechnung konkreter Fälle. Das trägt wesentlich zur Vermittlung eines Überblicks über die Anwendbarkeit der theoretischen Ableitungen

bei. Im IV. Kapitel fällt auf, daß die durch nichts gerechtfertigte Konstruktion „NERNST-scher Körper“, deren Entropie beim absoluten Nullpunkt den Wert Null annimmt, auch in dieses neue Buch eingeschleppt worden ist. Der NERNTS-

sche Satz ist universell und nicht etwa nur auf eine bestimmte Körperklasse anwendbar. Der großen Wertschätzung des Buches tut diese Ausstellung keinen Abbruch.

R. Schnurmann.

Korrespondenz.

Über das Zodiakallicht. Zu der in dieser Zeitschrift 45, 91 (1932) veröffentlichten Besprechung des Buches „Das Zodiakallicht“ von FRIEDRICH SCHMID sind die folgenden kritischen Bemerkungen eingesandt worden:

Das Zodiakallicht ist, entgegen der allgemeinen Auffassung, eine keineswegs schwer wahrnehmbare Erscheinung, die zwar nicht von der erleuchteten Stadt aus, wohl aber auf Wanderungen von Lehrern und Schülern bemerkt werden kann, ohne daß sie besonders darauf zu achten brauchen. Desto mehr Anlaß besteht, der Verbreitung einer zweifellos unrichtigen Hypothese vorzubeugen.

Die SCHMIDSche Ansicht, wonach das Zodiakallicht durch Reflexion des Sonnenlichtes an den weit in den Raum hinausreichenden obersten Schichten der Erdatmosphäre entsteht, wird von seiten der Astronomen fast einheitlich und ohne Vorbehalt abgelehnt. Es sei anerkannt, daß SCHMID als sehr eifriger und langjähriger Beobachter manches Neue und Wertvolle erkannt hat, z. B. hinsichtlich der Mitternachtsdämmerung und der schwächsten Dämmerungsbögen überhaupt, aber schon bei seinen Beobachtungen des „Gegenseins“ stößt man auf Unklarheiten und Schwächen, die bedenklich sind.

Der Grundfehler SCHMIDS besteht darin, daß er die bei den Beobachtungen zweckmäßige rein optische Auffassung der Erscheinung auch auf die Diskussion seiner Wahrnehmungen übertragen und überdies das Ganze völlig einseitig behandelt hat. Man beachte, daß das echte Zodiakallicht überlagert wird von zwei anderen Lichtquellen, nämlich der diffusen Himmelhelligkeit und den schwächsten Spuren der Dämmerung. Ist die Dämmerung stark, so wird die charakteristische Form des Zodiakallichts natürlich verändert, bei hellerer Dämmerung ganz ausgelöscht. So sieht man rein optisch einen stetigen Übergang vom Segment der hellen Dämmerung zum Pyramidenschein des Zodiakallichts am Abend und umgekehrt am Morgen. SCHMIDS Darstellung wird nun von Anfang an von der Auffassung beherrscht, daß das Zodiakallicht und die eigentliche Dämmerung nur verschiedene Stufen derselben Erscheinung sind. Diese Voreingenommenheit beeinflußt seine Beobachtungen und hindert ihn, die andere Möglichkeit, daß eine Überlagerung verschiedenartiger Erscheinungen stattfindet, ernstlich in Betracht zu ziehen. Zudem war die Hypothese längst widerlegt, ehe sie neu erstand, denn schon vor etwa 30 Jahren haben H. v. SEELIGER und sein Schüler KARL SCHWEND gezeigt, daß man mit geozentrischer Zuordnung

der reflektierenden Massen niemals die beobachtete Helligkeitsverteilung darstellen kann.

Die zweite Hauptursache des Mißgriffs ist, daß dem Verfasser als reinem Empiriker die photometrische Theorie der beleuchteten Staubmassen völlig fremd zu sein scheint. Der wichtige Satz z. B., daß Flächenhelligkeiten unabhängig von der Entfernung vom Beobachter sind, ist ihm offenbar unbekannt. Man kann aber auf diese Weise nicht eine Erscheinung erklären, wenn der Schlüssel der Erklärung gerade in den photometrischen Verhältnissen liegt. Diese Bemerkungen mögen hinreichen. Wegen der Einzelheiten sei verwiesen auf die Zeitschrift des Bundes der Sternfreunde, „Die Sterne“ 8, 255 und die Vjschr. astron. Ges. 65, 32.

Nach der positiven Seite hin ist folgendes anzuführen: Die neueren Arbeiten, unter anderen solche von FESSENKOFF, VAN RHIJN und eine noch unveröffentlichte Untersuchung des Verfassers haben gezeigt, daß es sehr wohl möglich ist, die SEELIGERSche Auffassung der die Sonne umgebenden Staubmasse beizubehalten und alle beobachteten Erscheinungen damit zu erklären, wengleich einige nicht unwesentliche Abweichungen von der ursprünglichen Theorie v. SEELIGERS eingeführt werden müssen. Die vom Unterzeichneten gefundene Zuordnung der äußeren Teile der Staubwolke zur Ebene der Jupiterbahn endlich schließt jede nähere Beziehung zur Erde aus (Vjschr. 65, 235). Nachdem in jüngster Zeit ähnliche Zuordnungen zu Ebenen des Planetensystems auch für den inneren Teil der Zodiakallichtwolke erkannt worden sind, dürften die geozentrischen Erklärungsversuche endgültig widerlegt sein.

Universitätssternwarte Berlin-Babelsberg,
Abteilung Sonneberg (Thür.)
Dr. C. Hoffmeister.

Herbstferienlehrgang 1932 der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Berlin vom 3. bis 13. Oktober.

I. Vorlesungen.

1. Ministerialrat LANDÉ: Die höhere Schule in Staat und Gesellschaft. — 2. Prof. Dr. FÜCHS: Funktionentheorie und Flugwissenschaft. — 3. Prof. Dr. TROLL: Tropennatur und Tropenwirtschaft. — 4. Prof. Dr. WEIDERT: Anwendung optischer Methoden in der Technik. — 5. Dr. von SOCHER: Probleme der modernen Astronomie. — 6. Lektor Dr. BECK: Die chemischen Grundlagen der Photographie. — 7. Dr. MOELLER: Schauversuche mit kleinen Röhrengeneratoren. — Sämtliche Vorlesungen sind zweistündig.

II. Übungen.

1. Oberstudienrat Dr. VOLKMANN: Ausgewählte physikalische Schulversuche und 2 Experimentavorträge: „Die elektrische Schulausrüstung“ und „Schulgemäße Versuchsformen“. — 2. Dr. MOELLER: Wissenschaftliche Messungen an Röhrengeneratoren. — 3. Studienrat Dr. ZORN: Übungen in der Werkstatt mit Anleitung zur Anfertigung einfacher Apparate, insbesondere für physikalische Schülerübungen. — 4. Oberstudienleiter Dr. PETZOLD: Versuche zur Einführung in die allgemeine und physikalische Chemie. — 5. Oberstudienrat Dr. GALL: Schülerversuche aus verschiedenen Gebieten der Chemie (mit einfachen Geräten). — 6. Dr. SCHARF: Messende Versuche im chemischen Unterricht (Gasanalyse, Versuche nach RISCBIETH, Versuche zur Atomtheorie). — 7. Privatdozent Dr. SEIFERT: Neuere Anschauungen über das Kristallwachstum. — 8. Dr. HERLINGER: Neuere Anschauungen über die Bildung der Minerallagerstätten. — 9. Oberstudienrat Dr. OTTO: Ausgewählte Übungen für den biologischen Arbeitsunterricht. — 10. Prof. Dr. KOLKOWITZ und Studienrat Dr. BETHGE: Bau und Leben der Pflanzen (Praktikum und Anfertigung von Präparaten). — 11. Studienrat Dr. SCHÖNEBERG: Übungen aus der Histologie der Tiere mit besonderer Berücksichtigung der Mikrotom- und Färbetechnik. — 12. Studienrat Dr. SCHEER: Übungen über Hilfsmittel des erdkundlichen Unterrichts (Sandkasten, Karte, Relief, Versuch usw.). — 13. Assistent SCHUZIUS: Übungen mit einfachen geodätischen Instrumenten. — 14. Lektor Dr. BECK: Einführung in die Photographie mit praktischen Übungen. — 15. Lektor Dr. BECK: Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Photographie mit besonderer Berücksichtigung der für die Schule wichtigen Arbeiten (Diapositive, Vergrößerungen, Farbenphotographie, Mikrophotographie usw.). — Die Übungen 7 und 8 zusammen und alle übrigen einzeln sind 16stündig.

III. Besichtigungen.

1. Astrophysikalisches Observatorium Potsdam (Hauptgebäude, Refraktor, Einstein-Turm). — 2. Eichamt Berlin, Luisenufer 6. — 3. Essig- und Mostrichfabrik Kühne, Brunnenstr. 111. — 4. Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Berlin-Dahlem. — 5. Reichsamts für Landesaufnahme, Moltkestr. 5. — 6. A.E.G.-Transformatorfabrik, Berlin-Oberschöneweide. — 7. Osram G. m. b. H. Fabrik A, Sickingenstr. 71. — 8. Norddeutsche Gummifabrik Kübler & Co., Berlin-Reinickendorf. — 9. Preußische Landesanstalt für Fischerei, Berlin-Friedrichshagen. — 10. Museum für Meereskunde, Georgenstr. 34—36.

Reinsche Ferienkurse in Jena finden 1932 vom 1. bis 13. August statt. Der naturwissenschaftlichen Abteilung ist in diesem Jahre Geographie angegliedert worden. Die folgenden Lehrgänge werden abgehalten: Kolloidchemie, mit Anleitung zu kolloidchemischen Schalexperimenten, Privatdozent Dr. BRINTZINGER; Praktische Übungen in

der organischen Chemie, Privatdozent Dr. MAURER; Grundlagen der Pflanzenphysiologie, mit Anleitung zu Schulversuchen, Prof. Dr. BRAUNER; Anleitung zu botanisch-mikroskopischen Untersuchungen, Dr. BÜNNING; Die moderne Zoologie im Schulunterricht, Prof. Dr. FRANZ; Zoologische Mikroskopier- und Präparierübungen, Prof. Dr. FRANZ; Unsere Sinnesempfindungen, mit Demonstrationen, Prof. Dr. NOLL; Physiologie und Chemie der Ernährung und des Körperhaushaltes unter Berücksichtigung der modernen Anschauungen, mit Anleitung zu einfachen Schulversuchen, Privatdozent Dr. SCHLIEPHAKE; Ausgewählte Kapitel der Naturphilosophie, Prof. Dr. BAVINK; Photographisches Praktikum für Anfänger, Dr. RZYMKOWSKI; Geopolitik im geographischen, geschichtlichen und staatsbürgerlichen Unterricht, Prof. Dr. HENNIG; Wichtige Expeditionen der letzten Jahre, Dr. SCHULTZE; Geographische Rätselfragen in alten Überlieferungen, Prof. Dr. HENNIG; Farbenlehre, Prof. Dr. JENTZSCH.

In Verbindung mit den naturwissenschaftlichen Kursen steht eine besondere Abteilung für Hauswirtschaftswissenschaft, die u. a. folgende Lehrgänge ankündigt: Die Verwertung der Technik im Haushaltsbetrieb, Dr. ERNA MEYER; Praktikum zur Erlangung von Handfertigkeit bei naturwissenschaftlichen Versuchen zum Gebiete: Kochen und Waschen, Dr. GERTA WENDELMUTH; Die Welt der Bakterien in ihrer Bedeutung für das tägliche Leben und für die Hauswirtschaft, Prof. Dr. LEHMANN; Lebensmittelkunde, Prof. Dr. KELLER.

Daneben stehen den Naturwissenschaftlern auch die anderen Abteilungen offen: Philosophie und Psychologie, Religionswissenschaft und Pädagogik, Literatur, Kunst, Körperkultur. Alles Nähere über die Kurse, auch über die gemeinsamen Ausflüge und sonstigen Veranstaltungen, Kosten usw. enthält das Programm, das unentgeltlich versandt wird durch das Sekretariat: Fräulein CL. BLOMEYER, Jena, Karl-Zeißplatz 15.

Ausstellung 60 Jahre metrisches Maßsystem in Österreich 1872—1932.

Der im Jahre 1839 gegründete Niederösterreichische Gewerbeverein veranstaltet aus Anlaß des 60jährigen Jubiläums der Einführung des metrischen Maßsystems in Österreich eine Ausstellung, die ein Bild geben wird von der Leistungsfähigkeit der österreichischen Industrie und des österreichischen Gewerbes, sowie von der Mannigfaltigkeit der Meßgeräte. Der Instrumentenausstellung wird ein historischer Teil angegliedert, um den allgemeinen kulturellen Belangen entgegenzukommen.

Die Ausstellung findet vom 15. September bis 30. Oktober 1932 in den Ausstellungsräumen des österreichischen Museums für Kunst und Industrie statt. Auskünfte erteilt die Ausstellungskanzlei im Hause des Niederösterreichischen Gewerbevereins, Wien I, Eschenbachgasse 11.

Himmelserscheinungen im September und Oktober 1932.

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

Oh W.Z.	Sonne ☉				Merkur ☿		Venus ♀		Mars ♂		Jupiter ♃		Saturn ♄	
	AR.	Dekl.	Zeitgl. ¹	Sternzeit ²	AR.	Dekl.	AR.	Dekl.	AR.	Dekl.	AR.	Dekl.	AR.	Dekl.
1932	h m	°	m s	h m s	h m	°	h m	°	h m	°	h m	°	h m	°
Aug. 28	10 25	+ 9,9	+ 1 19	22 24 0	9 24	+ 13,2	7 20	+ 18,6	7 6	+ 23,2	10 23	+ 11,0	20 5	- 20,8
Sept. 2	10 44	8,1	- 0 12	22 43 43	9 35	13,9	7 39	18,3	7 20	22,9	10 28	10,6	20 4	20,8
„ 7	11 2	6,2	1 50	23 3 26	9 57	13,3	7 59	18,0	7 33	22,5	10 32	10,2	20 3	20,9
„ 12	11 20	4,4	3 33	23 23 8	10 27	11,3	8 20	17,4	7 47	22,0	10 36	9,8	20 3	20,9
„ 17	11 38	2,4	5 20	23 42 51	11 1	8,3	8 41	16,6	8 0	21,5	10 40	9,4	20 2	21,0
„ 22	11 55	+ 0,5	- 7 6	0 2 34	11 35	+ 4,6	9 2	+ 15,6	8 13	+ 21,0	10 44	+ 9,0	20 2	- 21,0
„ 27	12 13	- 1,5	8 49	0 22 17	12 9	+ 0,7	9 24	14,5	8 25	20,4	10 48	8,7	20 1	21,0
Okt. 2	12 32	3,4	10 28	0 42 0	12 41	- 3,2	9 45	13,1	8 38	19,7	10 52	8,3	20 1	21,0
„ 7	12 50	5,3	11 59	1 1 42	13 12	7,0	10 7	11,6	8 50	19,0	10 55	7,9	20 1	21,0
„ 12	13 8	7,2	13 20	1 21 25	13 42	10,5	10 29	9,9	9 1	18,3	10 59	7,5	20 2	21,0
„ 17	13 27	- 9,1	- 14 29	1 41 8	14 11	- 13,8	10 51	+ 8,0	9 13	+ 17,6	11 3	+ 7,2	20 2	- 21,0
„ 22	13 45	10,9	15 24	2 0 51	14 40	16,8	11 13	6,1	9 24	16,8	11 6	6,8	20 3	21,0
„ 27	14 5	12,6	16 1	2 20 33	15 10	19,4	11 35	4,0	9 35	16,0	11 10	6,5	20 3	20,9
Nov. 1	14 24	- 14,3	- 16 19	2 40 16	15 39	- 21,6	11 57	+ 1,9	9 45	+ 15,2	11 13	+ 6,2	20 4	- 20,9

¹ Zeitgleichung = mittlere Zeit - wahre Zeit.

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

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

	Sonne		Mond			Sonne		Mond			Sonne		Mond	
	Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.		Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.		Aufg.	Unterg.	Aufg.	Unterg.
1932	h m	h m	h m	h m	1932	h m	h m	h m	h m	1932	h m	h m	h m	h m
Aug. 28	5 3	18 58	0 1	17 56	Sept. 22	5 45	17 59	20 42	14 28	Okt. 17	6 29	17 1	17 30	9 59
Sept. 2	5 11	18 47	7 11	19 10	„ 27	5 54	17 48	1 44	16 53	„ 22	6 37	16 51	21 55	14 22
„ 7	5 20	18 35	14 44	21 4	Okt. 2	6 2	17 36	9 18	17 59	„ 27	6 46	16 41	3 34	15 34
„ 12	5 29	18 23	17 48	2 8	„ 7	6 10	17 25	15 16	22 31	Nov. 1	6 55	16 32	11 25	17 44
„ 17	5 37	18 11	18 37	8 30	„ 12	6 20	17 12	16 27	3 50					

Mondphasen	Neumond		Erstes Viertel		Vollmond		Letztes Viertel	
	1932	M.E.Z.	1932	M.E.Z.	1932	M.E.Z.	1932	M.E.Z.
	30. Sept.	6h 29,8m	7. Sept.	13h 48,9m	14. Sept.	22h 6,1m	23. Sept.	1h 46,9m
	29. Okt.	15 56,1	6. Okt.	21 5,4	14. Okt.	14 17,7	22. Okt.	18 13,7

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

	Merkur ☿		Venus ♀		Mars ♂		Jupiter ♃		Saturn ♄	
	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
1932										
Aug. 28	A 3,7	D _m 4,0	A 1,1	D _m 4,6	A 0,3	D _m 3,8			D _a 20,2	U 1,7
Sept. 7	A 3,7	D _m 4,3	A 1,2	D _m 4,9	A 0,2	D _m 4,2			D _a 19,7	U 1,1
„ 17	—	—	A 1,4	D _m 5,2	A 0,1	D _m 4,5	A 4,0	D _m 4,6	D _a 19,3	U 0,3
„ 27	—	—	A 1,6	D _m 5,4	A 0,0	D _m 4,8	A 3,6	D _m 4,9	D _a 18,9	U 23,7
Okt. 7	—	—	A 2,0	D _m 5,7	A 23,9	D _m 5,1	A 3,1	D _m 5,2	D _a 18,5	U 23,0
„ 17	—	—	A 2,4	D _m 6,0	A 23,8	D _m 5,4	A 2,6	D _m 5,5	D _a 18,1	U 22,4
„ 27	—	—	A 2,8	D _m 6,3	A 23,7	D _m 5,6	A 2,2	D _m 5,7	D _a 17,8	U 21,7
Nov. 6	—	—	A 3,3	D _m 6,6	A 23,5	D _m 5,9	A 1,7	D _m 6,0	D _a 17,5	U 21,1

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

14. Sept. 20h 18,2m bis 23h 42,8m M.E.Z. Partielle Mondfinsternis. 23. Sept. 7h 16m M.E.Z. Herbstanfang.
 Kohl.

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

Nachdruck nur mit Quellenangabe und mit Genehmigung der Verlagsbuchhandlung gestattet.

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