Werk

Titel: Die Naturwissenschaften

Ort: Berlin

Jahr: 1922

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0010|log609

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der reinen und der angewandten Naturwissenschaft

herausgegeben von

ARNOLD BERLINER

Unter besonderer Mitwirkung von **H. BRAUS** in Würzburg

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 42. (Seite 911—926.) **20. Oktober 1922.** **Zehnter Jahrgang.**

INHALT:

Atomgewichtsfragen. Von *R. J. Meyer, Berlin.* S. 911.

Über die Massenverteilung im Erdinnern, verglichen mit der Struktur gewisser Meteoriten. Von *V. M. Goldschmidt, Kristiania.* (Mit 1 Abbildung.) S. 918.

Neue physiologische Untersuchungen über das Leben in den Anden. Von *A. Loewy, Berlin.* S. 920.

Besprechungen:

Titschack, E., Beiträge zu einer Monographie der Kleidermotte, Tineola biselliella. Von *Albrecht Hase, Berlin-Dahlem.* S. 923.

Nüsslin, Otto, Forstinsektenkunde. 3. Auflage. Von *Max Dingler, München.* S. 924.

Oltmanns, Friedr., Morphologie und Biologie der Algen. Von *E. G. Pringsheim, Prag.* S. 924.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen:

Sonderbare Wirkungen des Mödlinger Trinkwassers auf Salamanderlarven. Von *K. Hofmann, Wien.* S. 925.

Stazione idrobiologica del Trasimeno. Von *Oswald Polimanti, Monte del Lago.* S. 925.

Die Tagung der paläontologischen Gesellschaft in Tübingen vom 9.—13. August 1922. Von *K. Ehrenberg, Wien.* S. 925.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften"
Berlin W 9, Link-Str. 23-24.

Die Naturwissenschaften erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 250.— für das Vierteljahr bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt M. 25.—.

Sollte die im Druck- und Papiergewerbe auch weiterhin fortschreitende Teuerung, deren Ende heute noch nicht abzusehen ist, eine abermalige Erhöhung des Bezugspreises innerhalb des 4. Quartals 1922 notwendig machen, so muß sich der Verlag schon heute eine entsprechende Nachberechnung vorbehalten.

Anzeigen für das Inland werden zum Preise von M. 86.— für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	6	13	26	52 maliger Wiederholung
	5	10	20	30% Nachlaß.

Ausland-Anzeigenpreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch. Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank Berlin, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konten: für Bezug von Zeitschriften: Berlin Nr. 20120 Julius Springer, für Anzeigen, Beilagen und Bücherbezug: Berlin Nr. 118935 Julius Springer.

Mikroskopische Präparate
Botanik, Zoologie, Diatomaceen, Typen- und Testplatten, Geologie, naturwissenschaftliche Literatur. Bitte zu verlangen: Liste über neue Schulsammlung mit Textheft und mit Angaben über weitere Kataloge usw.
J. D. Möller, Wedel in Holstein.
Gegründet 1864. (294)

Zu kaufen gesucht:
Naturwissenschaften 1921
Nr. 46
August Lauterborn, Ludwigshafen a. Rh.

Voigt & Hochgesang
Göttingen
Fabrik f. Dünnschliffe, Kristallpräparate von eigenem, sowie von geliefertem Material. (260)
Schul- und Studiensammlungen von ersten Fachleuten der Wissenschaft zusammengestellt. Kataloge stehen kostenfrei zur Verfügung.

Ältere Jahrgänge der
Naturwissenschaften
zu kaufen gesucht. Angebote unter **Nw. 293** an die Exped. dieser Zeitschr. erb.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen u. der Tiere

Herausgegeben von
F. Czapek, M. Gildemeister, E. Godlewski jun., C. Neuberg, J. Parnas.
Redigiert von **J. Parnas.**

Erster Band: **Die Wasserstoffionen-Konzentration.** Ihre Bedeutung für die Biologie und die Methoden ihrer Messung. Von Dr. **Leonor Michaelis,** a. o. Professor an der Universität Berlin. Zweite, völlig umgearbeitete Auflage. In 3 Teilen. Erster Teil: **Die theoretischen Grundlagen.** Mit 32 Textabbildungen. 1922. G. Z. 8.8, geb. G. Z. 11.3

Zweiter Band: **Die Narkose in ihrer Bedeutung für die allgemeine Physiologie.** Von **Hans Winterstein,** Professor der Physiol. und Direktor des Physiol. Instituts der Universität Rostock i. M. Mit 7 Textabbildungen. 1919. G. Z. 10

Dritter Band: **Die biogenen Amine und ihre Bedeutung für die Physiologie und Pathologie des pflanzlichen und tierischen Stoffwechsels.** Von Dr. **M. Guggenheim.** 1920 G. Z. 12

Die eingesetzten Grundzahlen (G.Z.) entsprechen dem ungefähren Goldmarkwert und ergeben mit dem Umrechnungsschlüssel (Entwertungsfaktor) zur Zeit: 80, vervielfacht den Verkaufspreis.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Zehnter Jahrgang. 20. Oktober 1922. Heft 42.

Atomgewichtsfragen.

Von R. J. Meyer, Berlin.

Inhalt: Geschichtliche Entwicklung. Das Bezugselement. Die internationale Atomgewichtskommission. Gegenwärtiger Stand der Atomgewichtsforschung. Die deutsche Atomgewichtskommission. Wert genauester Atomgewichtsbestimmungen.

1. Geschichtliche Entwicklung.

Seitdem die Erkenntnis, daß die Elemente sich nach konstanten und multiplen Proportionen verbinden, die Grundtatsache der Chemie geworden ist, das heißt seit der wissenschaftlichen Begründung der Atomistik durch *John Dalton* im Anfange des vorigen Jahrhunderts, ist eine möglichst genaue Ermittlung der relativen Massen der Elementaratome eine der Hauptaufgaben der messenden und wägenden Experimentalchemie gewesen.

Die klassische Methode, nach der man Atomgewichte bestimmt, ist die der quantitativen chemischen Analyse oder Synthese ihrer Verbindungen. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß man aus einer Verbindung A X, in der das Atomgewicht des Elementes A, bezogen auf eine willkürliche Einheit (H = 1 oder O = 16) bekannt ist, durch genaue Feststellung ihrer prozentischen Zusammensetzung das unbekannte Atomgewicht des Elementes X ermitteln kann. Wir finden z. B. auf diese Weise, daß im Natriumchlorid NaCl mit 35,457 Gewichtsteilen Chlor, der relativen Masse eines Atoms Chlor, bezogen auf Sauerstoff = 16,000, 23,00 Gewichtsteile Natrium verbunden sind. Es ist aber klar, daß der Genauigkeitsgrad von etwa einigen Zehntausendsteln des Wertes, mit dem das Atomgewicht des Natriums heute bestimmt ist, nur durch äußerste Verfeinerung der analytischen Methoden hat erreicht werden können. Der Ausbildung solcher Verfahren zur Atomgewichtsbestimmung ist die analytische Arbeit eines Jahrhunderts gewidmet gewesen.

In der Abhandlung, in der *John Dalton* im Jahre 1805 der Öffentlichkeit eine Darstellung der ersten Grundlagen seiner Atomtheorie vorlegte[1]), findet man am Schlusse die erste Atomgewichtstabelle, die in den Annalen unserer Wissenschaft verzeichnet ist. „An enquiry into the relative weights of the ultimate particles of bodies is a subject intirely new", schreibt *Dalton*, „I have lately been prosecuting this enquiry with remarkable success". Und nun folgen die relativen Gewichte von 21 Stoffen teils elementarer, teils zusammengesetzter Natur[2]) (Atom- und Molekulargewichte), die freilich, wenn wir sie von der Höhe unserer heutigen Kenntnisse betrachten, ein beredtes Zeugnis für die Unvollkommenheit der Methoden jener Zeit ablegen. Der weithin wirkende Erfolg und Einfluß dieser durch Geist und Kühnheit ausgezeichneten ersten Bemühungen besteht also nicht sowohl in der Ausführung genauer Atomgewichtsbestimmungen, die nach dem niedrigen Stande der analytischen Kenntnisse jener Zeit und ihrer unvollkommenen Technik notwendigerweise ein dürftiges Ergebnis liefern mußten, als vielmehr in der Aufstellung der stöchiometrischen Gesetze, für deren Beurteilung diese Bestimmungen ein wertvolles Material lieferten[3]).

Das quantitative Bedürfnis nach Präzision wurde dagegen erst durch den berühmten Schweden *Berzelius* befriedigt, dessen umfassende Arbeiten sowohl das Gesetz der konstanten und multiplen Proportionen sicherstellten, als auch gleichzeitig die Methoden der Analyse bis zu einem so hohen Grade verbesserten, daß seine Atomgewichtsbestimmungen die Grundlage für alle späteren Fortschritte auf diesem Gebiete bilden[4]). In dem Maße aber, als die Genauigkeit dieser Bestimmungen zunahm, schien die sehr verlockende Hypothese von *W. Prout*, nach der die Atomgewichte der Elemente Multipla von dem des Wasserstoffs, also ganzzahlig sein müßten, wenn man H = 1 setzt, in den Hintergrund gedrängt zu werden. Tatsächlich war der Glaube an die Gültigkeit dieser Hypothese schon weitgehend erschüttert, als *Jean Servais-Stas*, zuerst mit *Dumas* zusammen (1841), später allein, in seinen „Nouvelles Recherches sur les lois des proportions chimiques"[5]) die Frage endgültig zu Ungunsten von *Prout* entschieden zu haben meinte. Das außerordentliche und kaum zu überschätzende Verdienst von *Stas* liegt zunächst in dem abschließend erbrachten Beweise, daß das Gesetz der

[1]) Memoirs of the Literary and Philosoph. Soc. of Manchester, Second. Ser. Vol. *I*, Manchester 1805, Ostwalds Klassiker Nr. 3.

[2]) Der Unterschied zwischen Atom und Molekel wurde erst durch *Gay-Lussac* 1809 und *Avogadro* 1811 begründet.

[3]) *Dalton* gebührt eigentlich nur die Ehre der Entdeckung der *multiplen* Proportionen; das Gesetz von den *konstanten* Proportionen ist, wenn auch nicht mit bewußter Klarheit, schon in den Arbeiten des Deutschen *J. B. Richter* (1796—1798) ausgesprochen; auch *Berthollet* in seinem berühmten Werke „Essai de statique chimique" (1803) und *J. L. Proust* (1799) haben die Idee dieser Lehre auf das wirksamste vorbereitet.

[4]) „Versuche, die bestimmten und einfachen Verhältnisse aufzufinden, nach welchen die Bestandteile der unorganischen Natur miteinander verbunden sind" (1810). Gilberts Ann. d. Phys. 1811 ff. — Ostwalds Klassiker Nr. 35.

[5]) Mém. de l'Acad. de Belgique *35* (1865).

konstanten und multiplen Proportionen streng gilt. Zu einem so eindeutigen Ergebnis konnte er aber nur gelangen durch ein streng logisches System und eine strenge kritische Prüfung der Reinheit der angewandten Stoffe und der analytischen Methoden, die durch ihn zu einem Grade von Vollkommenheit gebracht wurden, die noch heute unsere höchste Bewunderung erweckt. Wenn die neueste Entwicklung auf diesem Gebiete, die an den Namen von *Th. W. Richards* anknüpft, noch einen Schritt weitergehen konnte, indem sie feinere Fehlerquellen aufdeckte, die *Stas* entgangen sind, und indem sie die Technik der Methoden noch mehr vervollkommnete, so leidet dadurch das Lebenswerk von *Stas* keine Beeinträchtigung[6]).

Bis zum Abschlusse dieses Werkes, das im Jahre 1865 im wesentlichen vollendet war, sind es also vornehmlich zwei mächtige Impulse, die die Atomgewichtsforschung beeinflußten und vorwärtsdrängten, nämlich einerseits die Frage nach der strengen Gültigkeit der stöchiometrischen Grundgesetze und andererseits die Prüfung von *Prouts* Hypothese, die den verführerischen Ausblick auf die Erkenntnis des einheitlichen Aufbaus der Materie aus Wasserstoffatomen eröffnete. Nachdem beide Probleme, das eine im positiven, das andere im negativen Sinne erledigt schienen, mußte naturgemäß das theoretische Interesse an der Atomgewichtsforschung ein wenig nachlassen, wenn auch die Aufstellung des periodischen Systems um das Jahr 1870 die nie schlummernde Grund- und Lebensfrage nach der genetischen Beziehung der Elemente von neuem belebte.

2. Das Bezugselement. Die internationale Atomgewichtskommission.

Die *praktische* Bedeutung genauer Atomgewichtszahlen liegt natürlich in der Tatsache, daß sie bei der Ermittlung der Zusammensetzung chemischer Verbindungen und überhaupt bei der quantitativen Verfolgung aller chemischen Vorgänge in Wissenschaft und Praxis gebraucht werden. Gerade die umfassende Wichtigkeit, die diesen Konstanten im täglichen Leben des analysierenden Chemikers zukommt, machte es im Laufe der Zeiten notwendig, der Verwirrung Einhalt zu tun, die von der Anwendung verschiedener Werte und besonders verschiedener Einheiten herrührte. Um zunächst die Frage nach dem *Bezugselement* zu berühren, so hat *Dalton* seine Atomgewichte auf den *Wasserstoff* als Einheit bezogen. Die Wahl des leichtesten Elementes bot sich als die natürlichste dar und außerdem schien sie so lange auch einer gewissen theoretischen Begründung nicht zu entbehren, als die Hypothese von *Prout* noch Vertrauen genoß. Aber bereits *Berzelius* ging von der Wasserstoffeinheit ab und wendete sich dem Sauerstoff als Bezugselement zu, weil, wie es in der ersten Auflage seines Lehrbuches heißt, „der Wasserstoff sehr leicht ist und selten in chemische Verbindungen eingeht. Dagegen vereinigt der Sauerstoff alle Vorteile. Er ist sozusagen der Mittelpunkt, um den sich die ganze Chemie dreht." Wenn auch diese Auffassung heute nicht mehr im ihrem vollen Umfange berechtigt erscheint, so stehen tatsächlich die Atomgewichte der Mehrzahl der Elemente in direkterer Beziehung zu dem Atomgewicht des Sauerstoffs, als zu dem des Wasserstoffs, weil sie meist aus der Analyse oder Synthese sauerstoffhaltiger Verbindungen berechnet wurden. Dieser Einwand gegen die Wasserstoffbasis verlor allerdings wesentlich an Gewicht, als es gelang, das Massenverhältnis Wasserstoff : Sauerstoff mit aller wünschenswerten Schärfe zu ermitteln. Man darf sagen, daß dieses Problem heute gelöst ist. Durch die bewunderungswürdigen Untersuchungen von *Morley* (1895), *Kaiser* (1898), *W. A. Noyes* (1907), *Burt* und *Edgar* (1916), *Guye* u. a., die die so überaus schwierige Aufgabe der Bestimmung des Verhältnisses H : O teils durch Analyse und Synthese des Wassers, teils durch genaueste Ermittlung des Verhältnisses der Dichten beider Gase ausführten, wissen wir, daß, wenn wir $O = 16$ setzen, das Atomgewicht des Wasserstoffs 1,0077 wird mit einer Unsicherheit von einer Einheit der letzten Stelle, einer Genauigkeit, die den schärfsten Atomgewichtsbestimmungen an anderen Elementen (Cl, Br, J, N, C, Ag) an die Seite zu stellen ist.

Als im Jahre 1897 die Deutsche Chemische Gesellschaft eine Kommission zur Feststellung der Atomgewichte für den allgemeinen Gebrauch einsetzte (*Ostwald, Landolt, Seubert*), geschah dies auf die Anfrage der vom Reichsgesundheitsamt berufenen Kommission analytischer Chemiker: welche Atomgewichte den praktisch-analytischen Rechnungen zugrunde zu legen seien, ein Beweis für die unleidliche Verwirrung, die damals in dieser Beziehung herrschte. Dies führte 1898 zur Bildung einer großen internationalen, aus 57 namhaften Vertretern von 11 Nationen bestehenden Kommission, die sich an erster Stelle mit der Frage der Einheit — Wasserstoff = 1 oder Sauerstoff = 16 — zu beschäftigen hatte. Auf Grund eines Mehrheitsbeschlusses entschied man sich 1901 für $O = 16$, wofür in erster Linie der bereits oben angeführte Gesichtspunkt der größeren Verbindungsfähigkeit des Sauerstoffs maßgebend war. Trotzdem hielt es die inzwischen gewählte engere Kommission [*Clarke* (Amerika), *Thorpe* (England), *Seubert* (Deutschland), später *Moissan* (Frankreich)] für richtig, die erste internationale Atomgewichtstabelle im Jahre 1905

[6]) *J. W. Mallet*, „Jean Servais-Stas and the measurement of the relative masses of the atoms of the chemical elements", Journ. of the Chem.-Soc. *63* (1893) 1. Einen ausgezeichneten Überblick über das Lebenswerk von *Stas* gibt neuerdings auch *A. Scott* in „The atomic theory with especial reference to the work of Stas and Prouts hypothesis", Journ. of the Chem. Soc. *111* (1917), 288.

zweifach, bezogen auf die Sauerstoff- und die Wasserstoffeinheit erscheinen zu lassen, um der starken Minderheit gerecht zu werden, die am Wasserstoff als Bezugselement festhalten wollte. Der Hauptgrund für diese Stellungnahme war didaktischer Natur. Man müsse im chemischen Unterricht von der Wasserstoffeinheit ausgehen, hieß es, wenn man den Aufbau des Volumengesetzes und der Wertigkeitslehre, wie er sich aus den Beziehungen zwischen den Volum-, Atom- und Molekulargewichten gasförmiger Stoffe ableiten läßt, dem Anfänger klar verständlich erläutern wolle. Trotz solchen Widerstandes, der heute längst verstummt ist, siegte endgültig die Sauerstoffpartei, und seit dem Jahre 1905 werden die Atomgewichte in der ganzen chemischen Welt nur noch auf O = 16 bezogen. Wollte man jetzt hierin eine Änderung zugunsten des Wasserstoffs eintreten lassen, so würde O = 15,88 werden, und es müßten nicht nur sämtliche anderen Atomgewichte entsprechend umgerechnet werden, sondern es würde auch der Wert grundlegender physikalischer Konstanten, z. B. der der Gaskonstante, in Mitleidenschaft gezogen werden. Abgesehen hiervon aber entspricht es der modernen Theorie, dem Sauerstoff als „Reinelement" ein ganzzahliges Atomgewicht zuzuerteilen, weil dann auch bei den anderen isotopenfreien Elementen ganze Zahlen zu erwarten sind.

3. *Gegenwärtiger Stand der Atomgewichtsforschung.*

Es erscheint nun zunächst notwendig, den gegenwärtigen Stand der Atomgewichtsforschung kurz zu kennzeichnen.

Das auf diesem Gebiete Erreichte wird am klarsten erkennbar durch Beantwortung der Frage: Mit welcher Annäherung ist es gelungen, die Atomgewichte der Elemente auf die Basis O = 16,000 zu beziehen? Es leuchtet ein, daß man die unmittelbarsten und theoretisch fehlerfreisten Bestimmungen durch die Analyse oder Synthese der binären Sauerstoffverbindungen der Elemente, also der Oxyde, gewinnen würde. Handelt es sich z. B. um die Ermittlung des Atomgewichts des Silbers, so böte sich die Analyse oder Synthese des Silberoxyds als der aussichtsreichste Weg hierfür dar. Leider hat sich aber gezeigt, daß die Oxyde häufig nicht leicht in einem Zustande einheitlicher Zusammensetzung darstellbar sind — Silberoxyd enthält z. B. leicht Silberperoxyd — und daß sie außerdem wegen ihrer vielfach pulverförmigen Beschaffenheit, die zur Occlusion von Gasen führt, als Ausgangsverbindungen für Atomgewichtsbestimmungen sich selten eignen; denn die erste Forderung, die an alle im Gange einer solchen Bestimmung zur Wägung gelangenden Stoffe zu stellen ist, bezieht sich auf ihre definierte und unabänderlich konstante Zusammensetzung. So ist man auf einen weniger direkten Weg angewiesen, der bereits von *Berzelius* beschritten und von *Stas* und *Richards* systematisch ausgebaut wurde. Die Methode sei hier an einem klassischen Beispiele kurz angedeutet. Geht man vom Kaliumchlorat $KClO_3$ aus und führt dieses durch Erhitzen in KCl über, so gewinnt man hierdurch den Wert des Verhältnisses $KCl : O_3$ oder, was dasselbe bedeutet, das Molekulargewicht des Chlorkaliums. Durch Fällung des Chlorkaliums mit Silber ergibt sich dann das Molekulargewicht des Chlorsilbers und durch die Synthese dieses Salzes aus Silber und Chlor erhält man schließlich die Atomgewichte von Chlor, Silber und Kalium. Durch derartige Verfahren, die nach den verschiedensten Richtungen variiert und erweitert werden können und die sich in ihren Ergebnissen gegenseitig kontrollieren, erhält man schließlich die Atomgewichte aller Elemente als eine Kette voneinander abhängiger Größen, die mehr oder weniger unmittelbar an die Sauerstoffeinheit angeschlossen sind und dementsprechend auch ein verschiedenes Maß von Vertrauen verdienen. Abgesehen hiervon kommt für die Bewertung der Genauigkeit die Zuverlässigkeit der benutzten Verfahren, die Anzahl der Bestimmungen nach möglichst voneinander unabhängigen verschiedenen Methoden und der Grad der Übereinstimmung der Einzelresultate in Betracht. Die sogenannten fundamentalen Atomgewichte von Silber, Chlor, Brom, Jod, Stickstoff, Kohlenstoff, Kalium und Natrium können heute mit einer Genauigkeit von annähernd $^1/_{10000}$ ihres Wertes angegeben werden. Dies gilt auch für eine Reihe moderner Bestimmungen an anderen Elementen wie Thorium, Uran, Wismut. Wenn sich also das Atomgewicht des Silbers zu 107,88 ergibt, so beträgt die Unsicherheit eine Einheit der letzten Stelle. Mit diesem Wert für Silber stehen die modernsten und zuverlässigsten Atomgewichtsbestimmungen einer großen Reihe von Elementen in engster Beziehung, weil die Methode, die heute durch Sicherheit und Vollendung ihrer Ausbildung die herrschende ist, auf der Analyse der wasserfreien Chloride oder Bromide, also auf der Ermittlung der Verhältnisse $RCl : Ag : AgCl$ oder $RBr : Ag : AgBr$ beruht. Dieses Verfahren, das sich auf die jahrzehntelang fortgesetzten eingehenden Studien von *Th. W. Richards* und seiner Schüler an der Harvarduniversität, Cambridge (Mass.), gründet und das in Deutschland besonders durch *O. Hönigschmid* fruchtbarste Fortbildung und Anwendung gefunden hat, ergibt in der Hand berufener Experimentatoren, die durch lange Erfahrung Übung und geschärften Blick gewonnen haben, Ergebnisse von ganz außerordentlicher Gleichmäßigkeit und Zuverlässigkeit. Die Möglichkeit hierzu ist dadurch gegeben, daß man auf Grund der intimen Kenntnis aller bei der Ausübung der Methode in Frage kommenden Operationen in der Lage ist, „konstante" Fehler mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit vollständig zu vermeiden. Insbesondere ist heute die Herstellung von absolut

reinem gasfreiem Silber als Standardsubstanz ein gelöstes Problem. Es muß demnach zweifelhaft erscheinen, ob man mit der Harvardmethode noch zu einem höheren Grade von Genauigkeit wird gelangen können als bisher. Da bei ihrer Anwendung das Silber als „sekundäre Basis" dient und dessen Atomgewicht immerhin mit einer Unsicherheit von $^1/_{10000}$ behaftet ist, so geht diese Unsicherheit auch in die Atomgewichte aller Elemente ein, die auf diese Basis bezogen sind. Man dürfte deshalb auf diesem Wege erst dann zu einem noch höheren Grade von Exaktheit kommen, wenn es gelingen sollte, das Verhältnis des Silbers zum Sauerstoff noch genauer zu bestimmen, als es bisher möglich war.

In neuerer Zeit ist nun den eben gekennzeichneten Methoden, die auf analytischer oder synthetisch-chemischer Grundlage beruhen, eine bemerkenswerte Konkurrenz in den physiko-chemischen Verfahren erwachsen. Diese außerordentlich wertvollen, weil von den chemischen völlig unabhängigen und deshalb zu ihrer Kontrolle in hohem Maße geeigneten Verfahren sind zuerst von *Daniel Berthelot* eingeführt und dann von *Philippe A. Guye* in Genf und seiner Schule zu einer Feinheit und Sicherheit entwickelt worden, die heute in erfolgreichen Wettstreit mit der durch die chemischen Methoden erreichbaren Genauigkeit treten kann. Ihre Grundlage ist die Ermittlung des Molekulargewichts von Gasen durch Bestimmung der Gasdichte, also ein Verfahren, das seit der Aufnahme des Avogadroschen Satzes in den fundamentalen Bestand der Wissenschaft zur Ableitung der Molekulargewichte und Atomgewichte benutzt worden ist. Die Tätigkeit der neuen Schule besteht nur darin, dieser Bestimmungsart einen unübertrefflichen Grad von Präzision zu verleihen. Die hierbei zu lösende Aufgabe ist im wesentlichen dreierlei Art:

1. müssen die zur Messung oder Wägung kommenden Gase in höchster Reinheit hergestellt werden, was eine kritische Prüfung der Darstellungsmethoden erfordert.

2. müssen bei der Ermittlung der Dichte — ausgedrückt durch das Litergewicht bei 0° und 760 mm Druck — alle Korrektionen berücksichtigt werden, die dem heutigen Stande der Technik bei Gasmessungen und -wägungen entsprechen.

3. muß die „Kompressibilität" des Gases, d. h. die Abweichung vom idealen Verhalten, wie es die Gasgleichung $p\,v = R\,T$ darstellt, mit aller erreichbaren Schärfe bestimmt werden. Hierfür ist der Gang von $p\,v$ für das Druckgebiet von 0—760 mm zu ermitteln.

Die dritte Aufgabe ist die schwierigste. Sie kann rein rechnerisch unter Zugrundelegung der kritischen Daten in verschiedener Weise gelöst werden oder experimentell, indem man die Gasdichte bei verschiedenen Drucken bestimmt und dann auf den Druck 0 extrapoliert. Über die verschiedenen Methoden zur Ableitung des Korrekturfaktors für die Kompressibilität existiert eine reiche Literatur, die im wesentlichen von *Guye* und seinen Schülern stammt. Sie erweckt den Eindruck, daß dieser Punkt vielfach noch nicht mit aller wünschenswerten Sicherheit erledigt ist; das geht auch aus den neuesten Untersuchungen des spanischen Physiko-Chemikers *E. Moles*, eines der erfolgreichsten Forscher aus der Genfer Schule, hervor.

Bei allen diesen physiko-chemischen Bestimmungen der Normal-Litergewichte von Elementargasen (H, N, Cl, F, Edelgase) oder gasförmigen Verbindungen (NO, NH_3, HCl, HBr, CH_4, C_2H_4, CH_3F) dient als Bezugseinheit das Normal-Litergewicht des Sauerstoffs, das nach den Messungen von *Morley* 1,42900, nach denen von *Germann* 1,42905 und nach der neuesten Revision von *Moles*[7]) 1,42892 beträgt. Es besteht also hier die Schwierigkeit, daß der Wert für das Bezugselement noch nicht mit aller wünschenswerten Schärfe bekannt zu sein scheint, wenn auch die Unsicherheit, die hierdurch in alle auf physiko-chemischem Wege ermittelten Atomgewichte hineingetragen wird, nur eine sehr geringe ist.

Als praktisches Ergebnis ist festzustellen, daß die auf physikalischer Grundlage von berufenen Forschern mit allen experimentellen und kritischen Feinheiten ausgeführten Atomgewichtsbestimmungen die auf chemischem Wege gewonnenen Zahlen in der Mehrzahl der Fälle weitgehend stützen und bestätigen. Da aber ihr Anwendungsgebiet auf die gasförmigen Stoffe beschränkt ist, so können sie die chemische Methode nur ergänzen, nicht aber sie verdrängen.

Zum Vergleich seien die Resultate einiger neuerer, nach beiden Methoden ausgeführter Bestimmungen, die auf Grund ihrer vollendeten Ausführung besonderes Vertrauen verdienen, tabellarisch mitgeteilt.

Faßt man das Gesagte zusammen, so zeigt sich, daß die uns zur Verfügung stehenden Methoden es gestatten, die relativen Massen der Elementaratome mit einem hohen Grade von Genauigkeit zu bestimmen. Andererseits darf man kaum erwarten, daß eine wesentliche Steigerung der Präzision über die erreichte Grenze von etwa $^1/_{10000}$ hinaus mit den gegenwärtig zur Verfügung stehenden Mitteln zu erzielen sein wird. Der Fortschritt dürfte bei den chemischen Methoden in Zukunft in einer noch genaueren Ermittlung des Verhältnisses des Silbers zum Sauerstoff zu suchen sein, vorausgesetzt, daß nicht eine neue Methode einen direkteren Weg für den Anschluß der Elemente an die Sauerstoffbasis eröffnet. Die physiko-chemischen Methoden dagegen verlangen zunächst eine mit höchster Schärfe und Kritik ausgeführte Bestimmung des Normallitergewichts des Sauerstoffs und in manchen Fällen eine noch schärfere Erfassung der Abweichungen vom Avogadroschen Gesetz.

[7]) *Moles*, Journ. de Chim. physique *19* (1921), 100: *Moles* und *Gonzalez*, ebenda *19*, 310.

Vergleich chemischer und physikalischer Atomgewichtsbestimmungen.

Autoren	Chemische Methode	Physikalische Methode	Atomgewicht Mittelwert	Angenommener Wert
		1. Wasserstoff.		
Morley 1895	Synthese von H_2O	—	1,00762	1,00778)
W. H. Noyes 1907	Synthese von H_2O	—	1,00775	
Morley 1895	—	Dichte H : O	1,00763	
Burt u. *Edgar* 1916	—	Volumina H : O im H_2O	1,00772	
		2. Kohlenstoff.		
Richards u. *Hoover* 1918	Analyse von Na_2CO_3	—	12,001	12,00
Batuecas 1918	—	Dichte von C_2H_4	12,000	
		3. Fluor.		
Smith u. *van Haagen* 1915	Verhältnis $Na_2B_4O_7 : 2\,NaF$	—	19,005	19,00
Moles u. *Batuecas* 1920	—	Dichte von CH_3F	19,002	
		4. Brom.		
Baxter 1906	Verhältnis Ag : AgBr	—	79,916	79,92
„ 1906	„ AgBr : AgCl	—	79,916	
Moles 1916	—	Dichte von HBr	79,926	
Reimann 1917	—	Dichte von HBr	79,924	

Diese noch zu erwartenden Vervollkommnungen beziehen sich auf das Ideal erreichbarer Präzision; aber gerade einige Neubestimmungen auf chemischem Wege haben gezeigt, wie weit wir in manchen Fällen noch von diesem Ideal entfernt sind, daß es also auf diesem Gebiet für den Chemiker noch viel zu tun gibt, ehe er die Hände in den Schoß legen darf. Drei Beispiele erweisen dies mit besonderer Eindringlichkeit. Das Atomgewicht des *Scandiums* mußte auf Grund einer Neubestimmung von *O. Hönigschmid* von 44,1 auf 45,1, das des *Wismuts* von 208,0 auf 209,0, also ebenfalls um eine ganze Einheit erhöht werden, und schließlich ist auch der Wert für das *Antimon*, der bisher mit 120,2 angenommen wurde, von *Willard* und *Mc. Alpine* als irrtümlich erkannt und auf 121,7 (!) erhöht worden. Wenn es sich noch heute um die Ausgleichung derartig hoher Differenzen bei leicht zugänglichen Elementen handelt, so ist vorauszusehen, daß sich die Tätigkeit auf diesem Gebiete noch lange nicht ihrem Abschlusse nähert.

4. Die Deutsche Atomgewichtskommission.

Die internationale Atomgewichtskommission hat bis zum Jahre 1916 das verantwortungsvolle Amt geübt, die Atomgewichte nach dem jeweiligen Stande der Wissenschaft zu revidieren und in jedem Jahre das Ergebnis ihrer kritischen Prüfung in Form einer Atomgewichtstabelle zu veröffentlichen, deren Zahlen für die gesamte naturwissenschaftliche Welt bindend waren. Der außerordentliche Vorteil einer solchen Einheitlichkeit für Wissenschaft und Praxis braucht nicht erörtert zu werden. Der Weltkrieg hat diese Einheit gestört. Die Atomgewichtstabelle von 1916 ist die letzte gewesen, die von dem deutschen Mitgliede *W. Ostwald* mitunterzeichnet wurde. In dem im Jahre 1917 erschienenen Bericht spricht *F. W. Clarke*, der amerikanische Vertreter, von den Schwierigkeiten, die der Ausschuß in seinem schriftlichen Verkehr gefunden habe und der Unmöglichkeit, das deutsche Mitglied zu hören. Trotzdem diese Möglichkeit längst wiederhergestellt ist, ist es bei dieser höflich verschleierten Ablehnung der deutschen Mitwirkung geblieben, und die ehemals internationale Kommission ist seitdem ihre eigenen Wege gegangen. Die Deutsche Chemische Gesellschaft hat deshalb unter Zustimmung der Deutschen Bunsengesellschaft und des Vereins Deutscher Chemiker eine „Deutsche Atomgewichtskommission" gewählt (*W. Ostwald, M. Bodenstein, O. Hahn, O. Hönigschmid, R. J. Meyer*), der die Aufgabe übertragen wurde, einen Bericht über die in den letzten Jahren ausgeführten Atomgewichtsbestimmungen zu erstatten und eine neue Tabelle herauszugeben. Dieser Aufgabe hat sich die Kommission inzwischen entledigt[9]). Im folgenden soll einiges über die Gesichtspunkte gesagt werden, die hierbei leitend gewesen sind.

Der wesentlichste Unterschied gegen früher besteht in einer Zweiteilung der Atomgewichtstabelle in eine Tabelle der „Praktischen Atomgewichte" (Verbindungsgewichte) und in eine „Tabelle der chemischen Elemente und Atomarten in der Reihenfolge der Ordnungszahlen". Über diese Zweiteilung sei hier nur soviel gesagt, daß die Schaffung der neuen Tabelle II sich im Hinblick auf die moderne Entwicklung geradezu aufdrängte. Sie gibt ein übersichtliches Bild von

[8]) In einer kritischen Erörterung der Ergebnisse der letzten Arbeit von *Burt* und *Edgar* im Vergleich zu denen älterer Untersuchungen kommt *Guye* (Journ. de Chim. physique *15* (1917), 208) zu dem Resultat, daß das wahre Atomgewicht des Wasserstoffs zwischen den Grenzwerten 1,00767 und 1,00770 liegen muß.

[9]) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. *54* A (1921), 181 bis 188; *55* A (1922) I—LXXXV.

dem gegenwärtigen Stande der Isotopenfrage und ist in erster Linie für den Gebrauch der Wissenschaft bestimmt. Über sie wird Näheres im Anschluß an den vorliegenden Artikel von anderer Seite berichtet werden, so daß wir uns hier auf die Besprechung der *praktischen* Atomgewichte beschränken können.

Die Aufgabe einer Atomgewichtskommission, die in erster Linie dazu berufen ist, zu entscheiden, ob eine neuere Bestimmung einen Fortschritt über das bis dahin Bekannte bedeutet, ist eine schwierige. Die Deutsche Kommission hat in ihrem jüngst erschienenen zweiten Bericht[10]), der sich auf die in der Zeit von 1916 bis 1920 veröffentlichten Arbeiten bezieht, die einzelnen Abhandlungen in kritisch referierender Weise besprochen; er enthält also die Motive für die in der neuen Tabelle der praktischen Atomgewichte angenommenen Werte. Die Einsicht in ihn wird es ermöglichen, den Stand der Atomgewichtsfrage bei jedem Element, das in der Berichtsperiode Gegenstand der Untersuchung gewesen ist, kennen zu lernen. Diese Möglichkeit ist dadurch gegeben, daß bei jeder Arbeit nicht nur eine kurze Schilderung des Untersuchungsganges, sondern auch das gesamte Zahlenmaterial beigefügt wurde. Die Kommission ging dabei von der Erwägung aus, daß der Einblick in die zahlenmäßigen Ergebnisse der Bestimmungsreihen überhaupt erst ein Urteil über den Wert einer solchen Präzisionsarbeit zuläßt. Sie gedenkt einen ähnlichen Bericht auch in den kommenden Jahren regelmäßig herauszugeben. Auf diese Weise wird ein Archiv der Atomgewichtsbestimmungen geschaffen, das mit 1916 beginnend, das gesamte neuere Material vereinigt und das sowohl den auf diesem Gebiete arbeitenden Forschern als auch den Herausgebern von Lehr- und Handbüchern als zuverlässige Quelle dienen kann.

Was die allgemeinen Grundsätze betrifft, denen die Kommission bei ihrer Arbeit gefolgt ist, so muß man sie als bewußt konservativ bezeichnen. Sie hat sich den vielen Stimmen derer angeschlossen, die immer wieder gefordert haben, daß Änderungen eines geltenden Wertes möglichst selten und jedenfalls nur dann vorgenommen werden sollen, wenn eine Neubestimmung einen unzweideutigen erheblichen Fortschritt darstellt. Eine solche Zurückhaltung schien schon aus dem Grunde geboten, weil die einseitige Regelung einer ihrer Natur nach internationalen Angelegenheit durch einen nationalen Ausschuß nur einen provisorischen Charakter haben kann und schließlich doch einmal wieder durch internationale Zusammenarbeit abgelöst werden muß. Wenn andere Nationen dem Beispiel Deutschlands in der Aufstellung eigener Atomgewichtstabellen gefolgt sind, so scheint das zu beweisen, daß das Vertrauen zu der Kommission, die sich auch im vorigen Jahre noch die „internationale" nannte, im Schwinden begriffen war, eine Auffassung, in der man durch die wenig kritische letzte Atomgewichtstabelle dieser Kommission für 1921 bestärkt wird[11]). Tatsächlich wurde im vorigen Jahre, offenbar auf die Anregung des der Wissenschaft leider allzu früh entrissenen *Ph. A. Guye*[12]), eine Schweizer Atomgewichtskommission berufen, die ebenfalls eine Tabelle mit beigegebenem Bericht veröffentlichte[13]), und ihrem Beispiel ist dann Spanien gefolgt[14]). Daß diese Vermehrung nationaler Atomgewichtstabellen der Sache selbst nicht zum Nutzen gereicht, sondern in hohem Maße verwirrend wirken muß, braucht kaum hervorgehoben zu werden. Wenn die deutsche chemische Wissenschaft hiermit den Anfang gemacht hat, so befand sie sich infolge ihres Ausschlusses von der gemeinsamen Beratung in einer Zwangslage, von der die anderen Nationen nicht betroffen waren. Immerhin darf als erfreulich festgestellt werden, daß die Entscheidungen der deutschen Kommission sich im wesentlichen mit denen der Schweizer decken, wenn auch letztere in dem allzuweit getriebenen Bestreben, möglichst wenig zu ändern, in einigen Fällen veraltete Werte beibehalten hat, die nach der Meinung der deutschen Kommission unbedingt verbesserungsbedürftig waren. Die Tabelle der spanischen Kommission, die unter Führung von *E. Moles* arbeitet, unterscheidet sich im wesentlichen durch eine formale, aber bedeutsame Neuerung, indem sie den Versuch macht, den Genauigkeitsgrad der Zahlen äußerlich dadurch zu kennzeichnen, daß sie die letzten Dezimalstellen, deren Unsicherheit maximal etwa $^1/_{3000}$ bis $^1/_{4000}$ beträgt, in kleineren Zahlen als untere Indices anfügt. Ein solcher Versuch verdient natürlich weitgehende Beachtung. Ob die spanische Kommission hierin das Richtige getroffen hat, läßt sich nicht ohne weiteres übersehen. Die deutsche Kommission hat von derartigen Neuerungen zunächst abgesehen. Von der Erwägung ausgehend, daß die mathematische Auswertung der in einer Arbeit mitgeteilten Zahlenreihen, wenn sie noch so gut untereinander übereinstimmen, erst dann einen Sinn hat, wenn der ganze Gang der betreffenden Untersuchung von der Reindarstellung des Ausgangsmaterials an bis zur letzten Wägung nachweislich frei von „konstanten" oder „objektiven" Fehlerquellen ist, hat die deutsche Kommission jede Abhandlung, die zur Prüfung vorlag, im ganzen zu würdigen versucht und sich von der Aufstellung allgemeingültiger Regeln ferngehalten. Sie darf infolge ihres behutsamen Vorgehens die Erwar-

[10]) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. *55* A (1922), Juni, I—LXXXV.

[11]) Von einer geplanten, vollkommen neuen Organisation der „internationalen" Kommission berichten die ausländischen Zeitschriften.

[12]) Gestorben in Genf am 27. März 1922.

[13]) Helvetica chimica acta *4* (1921), 449.

[14]) Annales de la Sociedad Espanola de Fisica y Chimica *20* (1922), 25.

tung hegen, daß bei einer endgültigen Regelung die deutsche Tabelle unschwer den Anschluß an eine spätere, im wahren Sinne internationale Tabelle gewinnen wird, so daß ihr Benutzer vor späteren gewaltsamen und verwirrenden Umstellungen bewahrt bleiben wird.

5. *Wert genauester Atomgewichtsbestimmungen.*

Zum Schluß möge noch die neuerdings besonders in ausländischen Zeitschriften viel erörterte Frage aufgeworfen werden, ob sich heute noch die unendliche Mühe lohnt, die man auf die Erreichung höchster Genauigkeit bei der Bestimmung der Atomgewichte verwendet. Das praktische Bedürfnis des Chemikers stellt in dieser Beziehung keineswegs so weitgehende Forderungen wie die Präzisionsforschung. Für die Ausführung einer organischen Elementaranalyse ist es beispielsweise ganz gleichgültig, ob das Atomgewicht des Wasserstoffs 1,000 oder 1,0077 ist. Die Phosphat- und Düngemittelindustrie wird mit dem Atomgewicht 31,0 für Phosphor bei ihren Betriebsanalysen ebenso gut auskommen wie mit dem genauen Wert 31,04, und die Thoriumindustrie kann ohne Schaden mit dem abgerundeten Wert für Thorium 232 statt 232,1 rechnen. Diese Sachlage böte an sich keine Veranlassung, von der Forderung höchster Präzision im wissenschaftlichen Interesse abzugehen; nun hat aber die neueste Entwicklung gelehrt, daß die praktischen Atomgewichte bei der Mehrzahl der Elemente nur Mittelwerte aus den Einzelatomgewichten der Isotopen darstellen. Diese Erkenntnis hat jedenfalls dazu beigetragen, daß die Bemühungen um die Ermittlung von genauen Atomgewichten etwas von der ihnen früher entgegengebrachten Wertschätzung verloren haben. Ist das Atomgewicht heute noch als eine Naturkonstante anzusehen, nachdem es im periodischen System durch die Ordnungszahl gewissermaßen entthront worden ist? Man muß diese Frage bejahen, denn man hat bisher in allen Fällen, in denen eine solche Prüfung überhaupt stattgefunden hat, feststellen können, daß der Wert für das Atomgewicht eines Elementes stets konstant ist, unabhängig von der Herkunft[15]), dem geologischen und geographischen Vorkommen des Materials, an dem es bestimmt wurde. *Bor* italienischer Herkunft hat dasselbe Atomgewicht wie das aus dem Staßfurter Boracit oder das aus einer borsäurereichen Quelle in Neuseeland gewonnene; Eisen und Nickel irdischen und meteorischen Ursprungs unterscheiden sich in keiner Weise; das gleiche gilt von Chlorproben verschiedenster Herkunft[16]), und schließlich haben ganz jüngst *Brönstedt* und *v. Hevesy*[17]) die Dichte des Quecksilbers, dieses wohl isotopenreichsten Elementes, an zehn Proben völlig verschiedenen Vorkommens als identisch gefunden. Das Verhältnis, in dem die Isotopen in den Elementen enthalten sind, ist also nach Erstarrung der Erdkruste immer und überall dasselbe geblieben, und somit behält das praktische Atomgewicht oder Verbindungsgewicht seine alte Bedeutung als fundamentale Konstante. Darüber hinaus verlangt aber gerade die Lehre von den Isotopen Atomgewichtsbestimmungen von höchster Präzision. Die Entmischung der Isotopen, die Ganzzahligkeit der Atomgewichte, die durch die Massenspektrographie als Reinelemente erkannt wurden, die Abweichungen von der Ganzzahligkeit und die hiermit zusammenhängende Frage der Massendefekte, die Rydbergsche Regel über die Gerad- und Ungeradzahligkeit der Elemente mit paarer bzw. unpaarer Ordnungszahl, alle diese Probleme bedürfen noch der Kontrolle durch genaueste Ermittlung des Atomgewichts auf chemischem Wege. Die Vervollkommnung der von *Aston* in so meisterhafter Weise ausgeübten Methode der Massenspektrographie hat es jetzt ermöglicht, aus der Intensität der den Einzelatomgewichten zugeordneten Linien das Verhältnis der Isotopen und damit das praktische Atomgewicht mit einer solchen Annäherung zu berechnen, daß die Kontrolle der hierdurch gewonnenen Näherungswerte durch die chemische Methode nunmehr eine der wichtigsten Aufgaben sein wird, denn vorläufig ist die chemische Methode der physikalischen noch überlegen. Wie bedeutsam in diesem Sinne die genaueste Bestimmung der Atomgewichte ist, möge zum Schluß an einem Beispiel erläutert werden. Das Atomgewicht des Bors wurde auf Grund älterer Untersuchungen als ganzzahlig = 11,0 angenommen. Dieses Ergebnis widerspricht der Beobachtung von *Aston*, nach der das Bor aus zwei Isotopen mit den Massen 10 und 11 besteht, woraus ein kleineres Atomgewicht als 11 folgt. Tatsächlich hat eine Revision durch *Smith* und *van Haagen* im Jahre 1918 den Wert 10,90 ergeben, während die neueste Bestimmung durch *Hönigschmid*[18]) die noch niedrigere Zahl 10,82 ergibt. Es lieferte nämlich die Ermittlung des Verhältnisses $BCl_3 : Ag : AgCl$ in den verschiedenen Bestimmungsreihen folgendes Resultat:

$$\begin{aligned} \text{I.}\quad & BCl_3 : 3\,Ag = 10{,}817 \pm 0{,}003 \\ & BCl_3 : 3\,AgCl = 10{,}818 \pm 0{,}001 \\ \text{II.}\quad & BCl_3 : 3\,Ag = 10{,}822 \pm 0{,}004 \\ & BCl_3 : 3\,AgCl = 10{,}827 \pm 0{,}007 \end{aligned}$$

Diese mit größter Sorgfalt nach der Harvardmethode ausgeführten Bestimmungen, die jedes Vertrauen verdienen, bestätigen mit großer Annäherung die Beobachtung von *Aston*, nach der der Maximalwert für Bor 10,8 betragen soll.

[15]) Von aus radioaktiven Prozessen hervorgegangenen Endprodukten (Blei) ist hier nicht die Rede.

[16]) Nach *J. Curie* soll allerdings das Chlor aus einem zentralafrikanischen Mineral um 3 % schwerer sein als das gewöhnliche. Compt. rend. *172* (1921), 1025.

[17]) Zeitschr. f. anorgan. u. allg. Chemie *124* (1922), 22; hier auch die ältere Literatur über diesen Gegenstand.

[18]) Nach einem auf der Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft in Leipzig von Herrn *O. Hönigschmid* gehaltenen Vortrage.

Als Endresultat ergibt sich, daß die meisten Probleme, die mit den genetischen Beziehungen der Elemente und mit ihrem Aufbau zusammenhängen, wie sie uns die Lehre von der Radioaktivität und das periodische System in seiner neuen Form erschlossen hat, zu ihrer völligen Klärung im höchsten quantitativen Sinne voraussichtlich noch auf lange Zeit der Beihilfe feinster chemischer Präzisionsarbeit bedürfen werden.

Über die Massenverteilung im Erdinneren, verglichen mit der Struktur gewisser Meteoriten.

Von V. M. Goldschmidt, Kristiania.

Die Ergebnisse der Seismologie lehren uns bekanntlich, daß im Erdinnern eine Schalenanordnung verschieden dichter Stoffe angenommen werden muß, derart, daß um einen schweren Erdkern nach außen hin immer leichtere Stoffe angeordnet sein müssen. Über den stofflichen Bestand der einzelnen Schalen wissen wir, daß die äußerste Erdkruste aus verhältnismäßig leichten Silikaten besteht, der Erdkern hingegen höchstwahrscheinlich aus Nickeleisen. Für die dazwischen liegenden Schalen nimmt man gemeinhin an, daß diese vorzugsweise aus Magnesiumsilikaten bestehen, eventuell gemischt mit Nickeleisen.

Ich möchte annehmen, daß man, gestützt auf neuere Ergebnisse der Petrographie, zu wahrscheinlicheren Annahmen über die Beschaffenheit dieser Schalen gelangen kann.

Die Zusammensetzung der äußersten festen Schale, der Silikathülle, kennen wir mittels Durchschnittzahlen aus den Analysen frischer Eruptivgesteine, wie sie beispielsweise zuletzt von *H. S. Washington* berechnet worden sind. Die Dichte dieser Silikathülle können wir zu etwa 2,8 veranschlagen, in Übereinstimmung mit der Dichte des Opdalits[1]). Die Dicke dieser Schale wird auf etwa 120 km geschätzt, nach den Ergebnissen über die Ausgleichstiefe der Schwereanomalien.

Unter dieser Silikathülle wird gewöhnlich eine schmelzflüssige Schale basischer Silikate angenommen. Neuere petrographische Arbeiten, insbesondere *P. Eskolas* wichtige Arbeiten über die Eklogite machen es mir indes wahrscheinlicher, daß diese Schale aus festen Silikatgesteinen in einem Zustande besonderer Kompression besteht, einem Zustande, in welchem die jeweilig dichtesten Minerale und Mineralkombinationen vorliegen.

[1]) Der Opdalit ist ein vom Verf. entdecktes Tiefengestein, welches in seiner chemischen Zusammensetzung sehr nahe der Durchschnittszusammensetzung der Silikathülle entspricht. Er besteht aus Plagioklas (Andesin, etwa 43 %), Kalifeldspat (etwa 14 %), Biotit (etwa 10 %), diopsidischem Augit (etwa 5 %), Hypersthen (etwa 9 %), Quarz (etwa 15 %) sowie ca. 2 % Erzen und Apatit.

Eklogitgesteine von ungefähr gabbroider Zusammensetzung besitzen eine Dichte von etwa 3,6, bei Druckentlastung gehn sie in Gabbrogesteine bzw. Gabbroschmelzflüsse über, mit einer Dichte von etwa 3. Die Möglichkeit isostatischen Ausgleichs an der Grenzfläche zwischen Silikathülle und Eklogitschale ist durch die bedeutende Volumenänderung beim Übergang gegeben. Bei lokaler oder regionaler Zunahme des Belastungsdruckes nimmt unter der Druckstelle die Menge der im Eklogitzustand befindlichen Substanz zu, bei Druckentlastung wird der Eklogit in leichtere Silikate oder Silikatschmelzflüsse verwandelt. Druckentlastung ohne gleichzeitige Temperaturerniedrigung kann nämlich innerhalb eines gewissen Temperaturintervalles zur Schmelzung von Eklogit unter Entstehung von Basaltmagma führen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der Herd vulkanischer Erscheinungen in manchen Fällen eben an der Grenze zwischen Silikathülle und Eklogitschale zu suchen ist. Hierfür spricht das

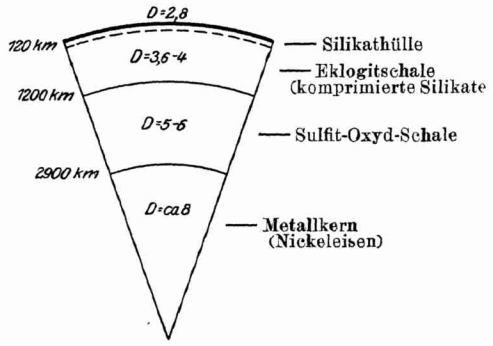

Fig. 1. Durchschnitt durch die Erde.

Auftreten von Eklogiteinschlüssen beispielsweise in den Kimberlitdurchbrüchen in Südafrika[2]).

Die Eklogitschale ist die normale Heimat einer Reihe spezifisch schwerer Minerale, die nur ausnahmsweise in höheren Teilen der Erdrinde entstehn können, wie besonders Pyrop, jadeitische und chloromelanitische Pyroxene sowie Diamant.

Die Eklogitschale dürfte bis zu einer Tiefe von etwa 1200 km hinabreichen[3]), in dieser Tiefe trifft man eine Unstetigkeitsfläche gegen eine tiefere und vermutlich wesentlich schwerere Schale. Man hat in der Regel angenommen, daß in den tieferen Teilen der Steinschalen eine zunehmende Beimengung metallischen Eisens (bzw. Nickeleisens) auf-

[2]) Solche Eklogiteinschlüsse in Explosionsschloten dürften wohl der Eklogitschale entstammen, hierfür spricht neben der Art des geologischen Auftretens besonders auch das Vorkommen des Diamanten. Die meisten anderen Eklogitvorkommen, die uns zugänglich sind, stammen jedoch nicht aus der Eklogitschale, sondern sind lokale Bildungen in der äußeren Silikathülle, entstanden durch lokale Drucksteigerung in Faltungsregionen, wie beispielsweise die alpinen Eklogitgesteine.

[3]) In den tieferen Teilen der Eklogitschale dürfte die Dichte bis ca. 4 ansteigen.

tritt. Bei dem großen Dichteunterschied zwischen den schwersten gesteinsbildenden Silikaten einerseits (Dichte 3,6—4), Nickeleisen anderseits (Dichte 7,6—8) halte ich es nicht für wahrscheinlich, daß in dem *starken Schwerefeld* der Erde eine solche *Mischung* bestandfähig wäre, wenigstens nicht in Gesteinen, die zeitweilig in schmelzflüssigem Zustande gewesen sind. Ich möchte deshalb annehmen, daß unter den tiefsten Teilen der einigermaßen reinen Silikatschalen nicht eine Mischung von Silikaten und Eisen auftritt, sondern solche Stoffe, die einerseits schwerer als die Silikate sind, anderseits leichter als der eigentliche Eisenkern. Derartige Stoffe sind insbesondere gewisse sulfidische und oxydische Erze. Ich möchte deshalb glauben, daß unterhalb der Eklogitschale, mehr oder weniger scharf abgegrenzt gegen diese, eine Schale von Sulfiden und Oxyden auftritt. Diese dürfte vorwiegend aus Schwefeleisen und Magnetit bestehen, daneben dürfte sie Chromit, Titaneisen und Rutil enthalten sowie kleinere Mengen noch anderer Sulfide als nur die des Eisens. Die Bildung dieser Schale dürfte teilweise durch Entmischung in flüssigem Zustande, teilweise durch Absinken fester oxydischer Erze bzw. flüssiger Sulfidmagmen aus dem Steinmantel vor sich gegangen sein. Ob diese Sulfid-Oxyd-Schale in sich homogen ist oder selbst wieder eine Unterteilung nach der Dichte aufweist, erscheint noch ungewiß, doch ist letzteres wahrscheinlicher; ihre mittlere Dichte dürfte etwa gleich 5—6 zu setzen sein. Eine Schale aus „Eisenerzen" wurde bereits von *W. Klußmann* angenommen. Diese Schale reicht nach seismologischen Daten bis zu einer Tiefe von etwa 2900 Kilometern, nach unten folgt dann der eigentliche Erdkern, der höchstwahrscheinlich aus Nickeleisen mit einer Dichte gleich etwa 8 besteht.

Ein derartiger Schalenbau des Erdballs ist unumgänglich, falls die Erde ursprünglich schmelzflüssig gewesen ist, da ein Gemenge von Silikaten, Sulfiden und freiem Eisen in einem großen Temperaturgebiete oberhalb des Schmelzgebietes in *drei* unmischbare Flüssigkeiten zerfällt. Die Sonderung des silikatischen Anteils in eine äußere Hülle und eine innere Eklogitschale ist hingegen an eine mehr oder weniger vollständige Kristallisation geknüpft, während welcher Kristallisation auch noch eine Zunahme der Sulfid-Oxyd-Schale auf Kosten solcher Sulfide und Oxyde stattgefunden hat, die aus der kristallisierenden Silikatschale abgesunken sind.

Die relative Seltenheit der meisten technisch wichtigen Schwermetalle in der uns zugänglichen äußeren Silikathülle beruht nun offenbar darauf, daß bei der ersten Trennung des Erdkörpers in Metallkern, Sulfidschale und Silikatschale alle diejenigen Metalle, die leichter reduzierbar sind als Eisen oder besonders starke Affinität zum Schwefel besitzen, von vornherein vorzugsweise im Metallkern und in der ursprünglichen Sulfidschale angereichert wurden, so daß nur ein ganz kleiner Bruchteil dieser Metalle in der Silikatschale verblieb. Auch von diesem kleinen Bruchteil sind bei der späteren Abkühlung der Silikatschale gewiß ganz bedeutende Mengen durch Absinken in die tieferen Teile des Erdkörpers gewandert. Diese Art der Verteilung von edlen und halbedlen Metallen zwischen Metallkern, Sulfid-Oxyd-Schale und Silikatschale entspricht durchaus den metallurgischen Trennungsoperationen[4]) bei der Bildung von „Schlacke", „Stein" und „Eisensau". *H. S. Washington* hat die chemischen Elemente ebenfalls in „metallogenetische" und „petrogenetische" eingeteilt, nach ihrem Auftreten teils in der silikatischen Hülle, teils in den metallischen Kernregionen.

Eine notwendige Vorbedingung für die Entstehung eines solchen konzentrischen Schalenbaues, wie er dem Erdbau zugrunde liegt, ist das Vorhandensein eines genügend starken *Schwerefeldes,* wie es etwa durch die eigene Masse der Erde hervorgerufen wird. Bei kleineren kosmischen Massen mag in vielen Fällen das Schwerefeld ungenügend sein, um eine solche, relativ scharfe räumliche Sonderung zu bewirken. Ich möchte glauben, daß manche Meteoriten, insbesondere die *Pallasite,* instruktive Beispiele für diese Erscheinung bieten.

In den meisten Pallasiten bilden die Silikate (vor allem der Olivin) rundliche Einschlüsse im Nickeleisen, die offenbar in der Weise entstanden sind, daß flüssige Silikattropfen in einem Metallschmelzflusse suspendiert waren. Eine solche Suspension wäre in starken Schwerefeldern äußerst unbeständig; das System würde sich in Metallschmelze und Silikatschmelze trennen. Dasselbe gilt für eine Nickeleisenschmelze mit darin suspendierten *festen* Silikatkörnern. Nur durch sehr schnelle Erstarrung könnte ein solcher instabiler Zustand im irdischen Schwerefeld arretiert werden, nun zeigt aber die Struktur des Eisenanteils in Pallasiten keinerlei Merkmale sehr plötzlicher Kristallisation[5]). Wir werden deshalb zu der Folgerung geführt, daß die Pallasite zur Zeit ihrer Erstarrung sich nicht in einem starken Schwerefelde befunden haben, daß sie also offenbar einem *relativ kleinen Himmelskörper* angehört haben und und nicht feste Bruchstücke eines bereits erstarrten *großen* Körpers sein können, falls sie

[4]) Aus den Betrachtungen, in denen ich oben die Entstehungsweise des Schalenbaus im Erdkörper dargelegt habe, ersieht man, daß die Silikathülle der Erde systematisch ihres Inhalts an manchen wertvollen Metallen beraubt worden ist, erstens durch die ungünstige Primärverteilung dieser Metalle zwischen Silikatschmelze, Sulfidschmelze und Metallschmelze, zweitens durch späteres Absinken bei der Kristallisation. Letzterer Umstand hat insbesondere solche spezifisch schweren Metalle getroffen, die leicht reduzierbar sind und einen hohen Schmelzpunkt besitzen (also frühzeitig aus der Silikatschmelze auskristallisieren). Die Seltenheit des Platins in den Gesteinen der Silikathülle dürfte hierin begründet sein.

[5]) Die Struktur des Eisenanteils deutet im Gegenteil auf eine sehr langsame Kristallisation.

nicht etwa einer späteren Umschmelzung unterworfen worden sind. Ihre Erstarrungsgeschichte hat sich jedenfalls *ohne* Gegenwart eines starken anisotropen Schwerefeldes abgespielt.

Im selben Sinne, wenngleich nicht derart kraß, kann das Auftreten von Troilit- (und Troilit-Chromit-) Knollen in meteorischem Nickeleisen gedeutet werden. Diese Knollen entsprechen der Sulfid-Oxyd-Schale im Erdinnern.

Es wäre von großem Interesse, die Gesamtheit der Meteoriten auf den Grad ihrer Schweresonderung zu untersuchen, da man hieraus vielleicht zu weiteren Aufschlüssen über ihre Herkunft und Geschichte gelangen könnte.

In *manchen* Eisenmeteoriten findet man ungleichmäßige Verteilung der leichteren Einschlüsse im Nickeleisen, wie lokale, unsymmetrische Anreicherung von Olivinkristallen, schlierige oder streifenförmige Anordnung des Schwefeleisens, welches darauf hindeutet, daß gewisse, wenn auch *schwache* Schwerewirkungen ihren Einfluß geltend machten, während das Nickeleisen noch flüssig war[6]).

Von besonderem Interesse wäre es auch, die *Erstarrungsgeschichte* der Pallasite näher zu studieren, um insbesondere die Frage zu behandeln, in *welchen* Pallasiten die Silikattropfen bereits *vor* Erstarrung des Metallbades erstarrten, in *welchen* erst *nachher,* und ob diese Erstarrungsgeschichte in Beziehung zu den Schmelzdiagrammen Nickel-Eisen und Olivin-Fayalit gebracht werden kann.

In Meteoriten finden wir niemals Mineralkombinationen, welche der Eklogitschale der Erde entsprechen würden; dies hat offenbar seinen Grund darin, daß in *kleinen* Himmelskörpern nicht der notwendige Belastungsdruck für die Bildung von Eklogiten aufgebracht werden kann.

Das Vorkommen von Diamant als Seltenheit in einzelnen Meteoreisen könnte zwar auf Bildungsbedingungen hindeuten, welche mit der Eklogitfacies vergleichbar sind, immerhin kann der Diamant auch *ohne* starken Belastungsdruck entstanden sein, in Analogie mit *Moissans* bekannter Synthese.

Das Auftreten von solchen Struktureigentümlichkeiten, die auf Abwesenheit starker Gravitationswirkungen hindeuten, bringt uns zu der Frage, ob es experimentell gelingen könnte, solche Strukturen nachzuahmen, wie sie den Pallasiten zu eigen sind. Im Laboratorium oder im technischen Schmelzofen sind die Einwirkungen des Schwerefeldes nicht zu eliminieren, wir können keine dauernde Suspension von Silikattropfen in geschmolzenem Nickeleisen herstellen; es beruht ja die technische Herstellung von Eisen im Hochofen gerade auf der gravitativen Sonderung von Eisen und Silikatschlacke. Es bietet sich nur *eine* Möglichkeit, den Einfluß eines Schwerefeldes (bzw. Trägheitsfeldes) bei einem Schmelzversuch weitgehend auszuschalten, nämlich den Versuch in einer frei fallenden Schmelzmasse auszuführen, die genügend schwer ist, um die Hemmung durch Luftwiderstand weitgehend auszuschalten, etwa indem man die Schmelze in einen granatenförmigen Behälter von einem Flugzeug hinabfallen ließe.

[6]) Möglicherweise durch Rotation des Meteoriten (Zentrifugalkraft) hervorgebracht.

Neue physiologische Untersuchungen über das Leben in den Anden.

Von A. Loewy, Berlin.

In der Nummer vom 29. Juli d. J. der englischen Zeitschrift *Nature* findet sich ein Aufsatz des bekannten Cambridger Physiologen *J. Barcroft*: „The physiology of life in the Andes."

Er enthält in kurzer Darstellung die Ergebnisse von Untersuchungen, die in den peruanischen Anden angestellt wurden. Sie betreffen die Besonderheiten im Ablauf der physiologischen Vorgänge, welche ein beschwerdefreies und körperliche Arbeit gestattendes Leben in jenen Hochregionen für die Eingeborenen ermöglichen, und die Anpassungsvorgänge, die bei Tiefländern sich allmählich ausbilden, wenn sie längere Zeit in diesen Höhen leben, und die dazu führen, daß auch *diese,* wenigstens bei Körperruhe, schließlich keinerlei Krankheitssymptome mehr zeigen.

Beim Lesen des Barcroftschen Berichtes muß denjenigen, der selbst in den Zeiten von Deutschlands Glanz und Ruhm an ähnlichen Unternehmungen sich beteiligt hat, ein Gefühl der Niedergeschlagenheit und des Neides beschleichen bei der Wahrnehmung, daß deutsche Forscher heute und wohl noch für lange Zeit außerstande sind, derartige Untersuchungen auch nur zu planen, während die angelsächsischen Forscher schon kurz nach Beendigung des Weltkrieges in der Lage waren, an große wissenschaftliche Unternehmungen heranzugehen und Gegenstände weiterzufördern, an deren bisheriger Bearbeitung die deutsche Wissenschaft einen nicht geringen Anteil hatte.

Aus der Darstellung *Barcrofts* geht dieser Anteil allerdings nicht hervor, denn sie beschränkt sich auf die Beschreibung der eigenen Expedition und deren Ergebnisse. Letztere bestätigen vielfach nur die älteren Befunde. In einigen Punkten jedoch bringen sie neue und überraschende Kenntnisse.

Mit Unterstützung verschiedener englischer und amerikanischer Institute und mit Hilfe von Spenden von privater Seite bildeten sich eine englische und eine amerikanische Abteilung, deren erste von Liverpool, deren zweite von New York nach Lima aufbrach. Von dort ging die Reise mit der transandinischen Bahn über die Randkordillere in Höhe von 5300 m hinab nach Oroya (4000 m), das in den Steppen zwischen den beiden parallelen Kordillerenketten gelegen ist, und von da nach dem Bestimmungsorte Cerro de

Pasco (4500 m hoch). Dieser Ort hat verschiedene Vorzüge vor den bisher für physiologische Höhenuntersuchungen benutzten. In Europa kam in dieser Hinsicht bisher — von Untersuchungen in niedrigeren Höhenlagen abgesehen — der Monte Rosa in Betracht, an dessen Nordabhang *Zuntz* und *Schumburg* 1894 sowie später *Kronecker* ihre Untersuchungen anstellten, an dessen Südabhang und auf dessen zweiter Spitze (Gnifettispitze, deutsch Signalkuppe), von Süden herkommend, *Mosso* in den letzten Jahren des verflossenen Jahrhunderts in mehreren Expeditionen seine Forschungen durchführte. Auf *Mossos* Arbeitsgebiet betätigten sich später die Brüder *Loewy* und *L. Zuntz*, sodann *N. Zuntz, Loewy, Müller, Caspari* (1901), *Zuntz* und *Durig* 1905 sowie *Fuchs* und kurz vor dem Kriege *Kestner* mit mehreren Mitarbeitern. In allen diesen Untersuchungen wurde der Einfluß einer Höhe von 3900 m und 4560 m auf die physiologischen Vorgänge erforscht, sowohl am Menschen wie an verschiedenen Säugetieren.

Den gleichen Zwecken ist weiter dienstbar gemacht worden der Pic von Teneriffa, wo schon 1878 *Marcet* sich mit Untersuchungen über den respiratorischen Stoffwechsel betätigte, dann *Zuntz* in Gemeinschaft mit *Durig*, von *Schrötter, Barcroft* und *Douglas*. Endlich wurde der Pikes Peak in Colorado von einer Reihe englischer und amerikanischer Physiologen unter Führung von *Haldane* (Oxford) zu physiologischen Untersuchungen aufgesucht.

Dieser langen Reihe von wissenschaftlichen Unternehmungen schließt sich nun die hier beschriebene an, an der (außer *Barcroft*) *I. C. Meakins* aus Edinburgh, *H. Doggart* aus Cambridge, und von amerikanischer Seite *Bock, Forbes* (von der Harvard-Universität), *Redfield* (Toronto), *George Harrop* und *C. Binger* (New York) teilnahmen.

Cerro de Pasco wurde gewählt, weil es bequem besonders für den Transport wissenschaftlicher Apparate zu erreichen ist, weil es trotz seiner beträchtlichen Höhenlage in noch bewohnten Gegenden liegt, was den Unterhalt der Mitglieder der Expedition sehr erleichtert, ferner weil reichlich Wasser vorhanden ist, was für die Ausführung der Untersuchungen wesentlich ist. Dabei gibt es in Cerro de Pasco einen alten, aus spanischer Zeit stammenden Bergwerksbetrieb, und mit Hilfe von dessen (englischen) Ingenieuren wurde ein Güterwagen als Laboratorium eingerichtet, das mit elektrischem Licht, elektrischer Kraft und Heizung ausgestattet wurde, und in dem selbst eine Einrichtung für Röntgenuntersuchungen angebracht wurde. Cerro de Pasco spielt übrigens in den Reisebeschreibungen von Hoch-Peru seit langem eine Rolle. Schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurde es von *Tschudi* und *Pöppig* besucht, und Beschreibungen der Bergkrankheit knüpfen sich an seinen Namen.

Die Eingeborenen, von indianischer Abkunft, werden „Cholo" genannt, sind von kleiner Statur und blaß oder doch nur wenig blutreich im Gesicht. Sie sind breit gebaut. Messungen des Brustumfanges ergaben eine ungewöhnlich hohe Zahl. Von *Dreyer* rühren Tabellen her, in denen die Beziehung zwischen Brustumfang und Rumpflänge bei gesunden Europäern (Engländern) zusammengestellt sind. Entsprechend ihrer Rumpflänge hätte der Brustumfang der Cholo 79 cm betragen müssen, während er in Wirklichkeit 92 cm ausmachte. Bei den Expeditionsmitgliedern lag der Brustumfang nur wenig über dem nach der Rumpflänge zu erwartenden Werte. Der erhebliche Brustumfang von Hochgebirgsbewohnern ist schon früher erkannt worden. So berichtet darüber meines Wissens *Jourdanet* (Infl. de la pression de l'air etc., Paris 1875) nach Beobachtungen in Mexiko. Röntgenbilder des Brustkorbes zeigten nun, daß die Rippenstellung der Cholos von der der Tiefenbewohner abweicht. Der Ansatz der Rippen an der Wirbelsäule geschieht unter einem weniger spitzen Winkel, ihr Verlauf von der Wirbelsäule ab erfolgt mehr horizontal. *Barcroft* möchte dies als kompensatorischen Vorgang ansehen, durch den das Blut befähigt werden soll, leichter Sauerstoff aufzunehmen, indem er darauf hinweist, daß im Tieflande Kranke, die an Lungenerweiterung oder anderen, mit Luftmangel einhergehenden Krankheiten leiden, eine ähnliche Form des Brustkastens zeigen. Interessant ist auch, daß bei den Eingeborenen in Cerro de Pasco nicht selten sogenannte „Trommelschlägerfinger" gefunden werden, d. h. kolbige Verdickungen der Endglieder der Finger. Im Tieflande findet man sie nur unter krankhaften Verhältnissen, bei Zuständen, bei denen die Sauerstoffversorgung der extremen Körperteile unzureichend ist.

Soll die Sauerstoffarmut bzw. der abnorm niedrige Sauerstoffdruck der Höhenluft und die daraus sich ergebende Erschwerung der Sauerstoffversorgung des menschlichen und tierischen Körpers kompensiert werden, so läßt sich theoretisch eine ganze Reihe von physiologischen Vorgängen ableiten, die geeignet sind, die Sauerstoffversorgung der Körpergewebe zu verbessern. *Aller* dieser bedient sich die Natur nicht. So könnte *ein beschleunigter Blutkreislauf* zu einer vermehrten Sauerstoffzufuhr zu den Geweben führen und damit den Eintritt des Sauerstoffmangels hinausschieben. Jedoch tritt eine Blutstrombeschleunigung im Hochgebirge *nicht* ein. Dieser negative Befund von *Barcroft* und Genossen bestätigt, was schon vor langer Zeit *Loewy* für den Aufenthalt im luftverdünnten Raum der pneumatischen Kammer in Versuchen an Hunden zeigen konnte (Respiration und Zirkulation usw., Berlin 1895) und was neuerlich mit anderer Methode von *Doi* (Journal of Physiology *55*, 1921) wieder festgestellt wurde.

Dagegen dienen der vermehrten Sauerstoffzufuhr Vorgänge, die die Verfasser in Überein-

stimmung mit den Befunden der früheren Forscher in anderen Gebirgsgegenden feststellen konnten. Zunächst eine *Steigerung der Lungenventilation.* Diese führt zu einer Steigerung der Sauerstoffmenge und damit des Sauerstoffdrucks in den Lungenbläschen. Dadurch wird die Sauerstoffaufnahme des die Lungengefäße durchströmenden Blutes und damit die den Geweben zur Verfügung stehende Sauerstoffmenge vermehrt. Sie wird weiterhin vermehrt durch *Zunahme der Blutfarbstoffmenge,* und diese kommt durch Zunahme der Zahl der roten Blutzellen zustande. Diese dem Höhenklima eigentümlichen Veränderungen sind vielfach studiert worden und immer wieder bestätigt. Zuerst wurden sie von *Viault* festgestellt, der sie, ebenso wie *Barcroft* und Genossen, beim Aufstieg von Lima auf die Peruanischen Anden nachweisen konnte. Man wollte, als *Viault* seine Befunde bekanntgab, nicht recht an deren Wirklichkeit glauben, da man dem Gedanken nicht Raum geben wollte, daß ein klimatischer Einfluß eine Konstante, wie es die Zahl der roten Blutzellen ist, ändern sollte, und da eine Änderung der Zellenzahl im Kubikmillimeter Blut — und stets wurde nur diese bestimmt — noch nicht beweisend war für eine *absolute* Zunahme der *Gesamt*zellenzahl im Körper. Sie könnte auch durch eine nur relative Vermehrung erklärt werden, d. h. durch eine Änderung im Verhältnis von Zellenzahl zu Blutflüssigkeit im Sinne einer Abnahme der letzteren. Jedoch ist schließlich durch direkte Bestimmung der *Gesamt*hämoglobinmenge im Körper die Tatsache der *absoluten* Vermehrung sicher erwiesen worden.

So kann es nicht mehr wundernehmen, wenn *Barcroft* angibt, auch die Veränderung einer anderen Konstante festgestellt zu haben, nämlich eine *Änderung in der Bindungsfähigkeit des Hämoglobins für Sauerstoff. Barcroft* ermittelte den Sauerstoffdruck in den Lungenbläschen und die im Arterienblute enthaltene Sauerstoffmenge und stellte aus den so gewonnenen Werten die Dissoziationsspannung des Oxyhämoglobins fest. Es fand sich, daß beim Aufenthalt in der Höhe von Cerro de Pasco das Hämoglobin fähig wurde, bei *gleichem* Sauerstoffdruck *mehr* Sauerstoff zu binden als normales Tieflandblut. Diese zweckmäßige Anpassung an die Sauerstoffarmut der Höhenluft ist wichtig, da sich das Blut beim Durchgang durch die Lungen dort nur unvollkommen mit Sauerstoff sättigt, so daß das Arterienblut nur zu 82 % bei den Eingeborenen, zu 85 % bei den Expeditionsteilnehmern mit Sauerstoff gesättigt zeigte, anstatt wie im Tieflande zu 95—96 % gesättigt zu sein. Damit ist die Grenze eines Sauerstoffmangels also nahegerückt. Bisher wurde von manchen Seiten angenommen, daß eine Sauerstoffsättigung des arteriellen Blutes zu 90 % notwendig sei, um dem Bedarf der Gewebe an Sauerstoff zu genügen.

Übrigens ist auch nach Untersuchungen von *Krogh* und *Leitch* (Journ. of Physiology 1920) eine andere zweckmäßige Anpassung des Hämoglobins in bezug auf die Sauerstoffaufnahme bei bestimmten Sauerstoffdrucken bekannt. Sie betrifft das Hämoglobin von Fischen, von denen die einen gewöhnlich in sauerstoff*reichem,* die anderen gelegentlich auch in sauerstoff*armem* Wasser leben. Die Dissoziationskurve verläuft bei beiden ganz verschieden. Bei der *ersten* Gruppe, die also nur ausnahmsweise niedrigen Sauerstoffdrucken ausgesetzt ist, wie Kabeljau von den Meerfischen, Forelle von den Frischwasserfischen, sättigt sich das Hämoglobin zur Hälfte mit Sauerstoff bei einem O_2-Drucke von *18* mm, ganz ähnlich wie bei den Säugern. Bei der *zweiten* Gruppe jedoch, zu der unter den Frischwasserfischen Karpfen, Aal, Hecht gehören, sind nur *2—3* mm O_2-Druck erforderlich, um eine Halbsättigung des Hämoglobins mit Sauerstoff zu bewirken. *Diese* Fischarten sind also bei weitem mehr befähigt, in sauerstoffarmem Wasser zu leben als die erstgenannten.

Die Unterschiede, die *individuell* in bezug auf den Umfang der Lungenventilation, der Hämoglobinmenge, der Sauerstoffbindung seitens des Hämoglobins bestehen, können die individuellen Verschiedenheiten in der Widerstandsfähigkeit gegen Luftverdünnung verständlich machen.

Barcroft und Genossen untersuchten aber noch eine weitere Beziehung, indem sie die von *Bohr* so genannte *Diffusionskonstante der Lunge* bei den verschiedenen Expeditionsteilnehmern bestimmten. *Bohr* bezeichnet mit diesem Ausdrucke die Beziehung zwischen der *Menge* des in der Minute durch die Lungenoberfläche in das Blut der Lungenkapillaren diffundierenden Sauerstoffes zu dem mittleren Unterschiede des Sauerstoff*druckes,* der in den Lungenbläschen und dem Lungenkapillarblute herrscht. Die Differenz zwischen diesen beiden Sauerstoffdruckwerten stellt ja die Triebkraft dar, durch die die Sauerstoffdiffusion durch die Lungenwand geregelt wird. Dabei fand sich nun, daß die Teilnehmer der Expedition in zwei Gruppen geschieden werden konnten. Die der *einen* zugehörigen hatten eine Diffusionskonstante über 40, die der *anderen* unter 40. Dabei litten die der einen deutlich an verschiedenen Erscheinungen der Bergkrankheit, die der anderen waren davon verschont.

Wie weit dieser Befund für die Vorhersage über Disposition zur Bergkrankheit Bedeutung hat, soll weiter festgestellt werden dadurch, daß bei Ingenieuren, die in die Minendistrikte der Anden gehen wollen, die Diffusionskonstante der Lungen zuvor in New York festgestellt wird, und mit diesem Werte die Widerstandsfähigkeit gegen die Bergkrankheit verglichen wird.

Vielleicht werden auf *dieser* Grundlage die Schwierigkeiten, die sich bis jetzt der Erklärung der Bergkrankheit allein durch Sauerstoffmangel im Einzelfalle entgegenstellen, eine Lösung finden.

Besprechungen[1]).

Titschack, E., Beiträge zu einer Monographie der Kleidermotte, Tineola biselliella. Sep.-Abdr. a. d. Zeitschr. f. technische Biologie Bd. *10*, H. 1/2. Leipzig, Gebr. Borntraeger, 1922. 168 S., 4 Taf. u. 91 Textabb. 17½ × 25 cm. Preis M. 225,—.

Die umfangreiche und sehr gründliche Arbeit wird durch einen historischen Abschnitt eingeleitet, in dem bereits eine Reihe höchst interessanter Fragen aufgerollt werden, wie z. B.: ob die drei der bekanntesten Mottenarten (Tineola biselliella = die Kleidermotte; Tinea pellionella = die Pelzmotte; Trichophaga tapetiella = die Tapetenmotte) aus der alten oder der neuen Welt stammen. Verf. betont, daß bei der Mangelhaftigkeit der historischen Berichte ein Entscheid nur vermutungsweise gefällt werden kann. Weiter kommt die Frage zur Besprechung, durch welche Ursachen und Umstände die obengenannten Formen typische Hausschädlinge wurden, ob die Aufhäufung von Wollgut und Pelzen in Truhen und Speichern, ob die technische Herrichtung der Wolle hierfür verantwortlich zu machen ist oder was sonst in Betracht kommt.

Weiterhin enthält die Einleitung einen systematischen Schlüssel für die Wiedererkennung der drei obengenannten Arten, und zwar erstreckt sich dieser Schlüssel — wie meist — nicht nur auf die Vollkerfen, sondern es werden auch sichere Kennzeichen der Eier, Larven und Puppen gegeben. „Die Motte" des Haushaltes ist aber in der überwältigenden Mehrzahl der Fälle T. bis. die Kleiermotte, mit der sich die Arbeit ausschließlich befaßt. In sieben großen Abschnitten werden dann eingehend behandelt: 1. Die Schmetterlinge (Größe und Schwere, Morphologie, sexueller Dimorphismus, Kopulation, Eiablage, parthenogetische Eier, Ernährung, Bewegung und Lebensdauer). 2. Die Eier. 3. Die Raupen (Entwicklung, Anatomie, Nahrungsaufnahme, Ernährung, Verdauung und Verwertung der Nahrung, Entwicklungsschnelligkeit, Gewichtszunahme, Nahrungsverbrauch, Hungerversuche, Wachstum und Häutungen, Spinnen der Raupen, Körperbau, Bewegungen). 4. Die Puppen. 5. Verhalten der Tiere unter künstlichen Bedingungen (Einfluß verschiedener Gase und flüssiger Chemikalien, Widerstandsfähigkeit gegen Wärme und Kälte, Licht, Feuchtigkeit und Trockenheit, Schüttelversuche und Versuche im Vakuum). 6. Die natürlichen Feinde der Motte. 7. Die Motte als Kulturschädling und ihre Bekämpfung.

Diese ganz gedrängte Inhaltsübersicht läßt schon erkennen, daß wir hier nur einige Punkte hervorheben können. Verf. hat sein Thema nach jeder Richtung hin sehr exakt durchgearbeitet und vor allem auch physiologische Fragen der Bearbeitung unterzogen. Durch dieses Vorgehen sind viele Punkte klargestellt worden, über die bisher nur sehr ungenaue oder gar keine Angaben vorlagen. So z. B. prüfte *T.* die Frage, inwieweit die Weibchen zusagendes Nährmaterial für die Raupen ausfindig zu machen vermögen, um daran ihre Eier unterzubringen. Die Versuche verliefen alle negativ, d. h. die Weibchen lassen sich vor allem durch die *Rauhigkeit* der Unterlage — da sie selbst sich hier besser ankrallen können — veranlassen, ihre Eier daselbst abzusetzen. Im übrigen legen sie ihre Eier an Glas, Papier, Holz, Leder, Kork, Wolle ganz wahllos ab, sobald man ihnen diese Stoffe zugleich bietet. Betreffs der Eizahl stellte Verf. fest, daß die Zahl der von einem Weibchen gelegten Eier sehr schwankt je nach der Qualität der Nahrung, die den Tieren *als Raupen* — die Vollkerfen fressen überhaupt niemals — zur Verfügung stand. Die durchschnittliche Eizahl von einem Weibchen betrug bei Ernährung der Raupen mit einer bestimmten geringwertigen Wolle = 90; bei Ernährung mit Fischmehl, Mehl, Eialbumin = 110 und bei Ernährung mit sehr guter Wolle = 130 Stück. Die höchste beobachtete Eizahl betrug 221.

Die Bewegung der Schmetterlinge wird vom Verf. genau analysiert, wobei er mit Sicherheit ermittelte, daß die Weibchen sehr selten, die Männchen sehr gern fliegen. Was im Zimmer als „Motte" so gern gejagt wird, sind fast ausschließlich Männchen. Die Weibchen laufen sehr geschickt und suchen sich möglichst zu verstecken. Selbst von ihrem Sprungvermögen machen sie, im Gegensatz zu den Männchen, nur ungern Gebrauch. Die Ursachen dieses Verhaltens ermittelte *T.* in der Schwere der Tiere und ihrem Verhältnis zur Flugfläche.

Eingehend wird ferner der Freßakt und die Ernährung der Raupen dargestellt. Verf. fand, daß die großen Raupen fast alles abbeißen und verschlingen, was sich ihnen bietet, auch Baumwolle. Nur Stroh, Schreibpapier, Asbest, Textilit z. B. konnten die Tiere nicht bewältigen, dagegen griffen sie Kork, Jute, Nessel, Kokos, Leinen, Bienenwachs, Chromleder, Seide, Alaunleder, Chitin, Roßhaar, Schweineborsten, Menschenhaar, Federn, Fischmehl u. a. mehr an. Alle diese Stoffe werden gefressen, d. h. abgebissen (also zerstört) und zum Köcherbau verwendet. Als wirkliches Nährmaterial kommen aber viele der mitverschlungenen Dinge nicht in Frage. Der Frage der Keratinverdauung geht *T.* im Anschluß daran nach unter Angabe seiner zahlreichen Fütterungsversuche und erörtert des weiteren die Frage, wieviel die Raupen während ihrer Freßzeit verbrauchen. — Die Untersuchungen über die Wirkungen verschiedener Chemikalien brachten wieder u. a. das Ergebnis, daß Schwefelkohlenstoff gegen alle Stadien bei genügend langer Entwicklungszeit ein sehr gutes Vernichtungsmittel ist. Ausführliche Angaben darüber wie über andere Mittel finden sich in einem besonderen Kapitel. Außerordentlich interessante Angaben finden sich in dem Abschnitte: Die Motte als Kulturschädling und ihre Bekämpfung. *T.* stellt z. B. fest, daß eine Motte zu ihrer Entwicklung zwischen 45—99 mg Wollstoff verbraucht. Wie groß unter Zugrundelegung dieser und anderer festgestellter Werte der Schaden sein kann, wird für diese beiden Werte berechnet. „Ein Weibchen legt 100 Eier, davon entwickeln sich 50 % bis zu Schmetterlingen, 33 % von diesen sind Weibchen, jede Raupe braucht zur Vollentwicklung 45 oder 99 mg Wolle — die extremen Werte — und in einem Jahre sollen sich vier Generationen entwickeln"; demnach ergibt sich in der

I. Gen.	ein Wollverbrauch von	4,5 g	—	9,9 g
II.	„ „ „	76,5 g	—	168,3 g
III.	„ „ „	1260 g	—	2272 g
IV.	„ „ „	21.5 kg	—	46,5 kg

Wie aus diesen wohlbegründeten Berechnungen hervorgeht, ist der verursachte Schaden durch die Tiere ein gewaltiger und jedes Mittel und Verfahren zu ihrer Bekämpfung muß auf seine Brauchbarkeit geprüft werden. *T.* unterscheidet vier verschiedene Stufen der Mottenbekämpfung, auf die er im An-

[1]) Die Preise der Bücher sind ohne die Teuerungszuschläge eingesetzt.

schluß an obige Tatsachen zu sprechen kommt: a) mechanische Bekämpfung, b) prophylaktische Bekämpfung, c) biologische Bekämpfung, d) dauernder Schutz. Eingehender wird der letzte Punkt dargestellt und das Bestreben der Farbenfabriken Friedr. Bayer & Co., Leverkusen b. Köln, geschildert, *„durch besondere Imprägnation die Wollstoffe dauernd „mottenfest", „mottenecht" zu machen"* und wie die jahrelangen Bemühungen des Chemikers (Dr. *Meckbach*) endlich im Ausfindigmachen eines Präparates — als Motteneulan im Handel — von Erfolg gekrönt waren. — Die Arbeit, welche hier vorliegt, ist in dem biologischen Laboratorium der Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer, Leverkusen bei Köln, durchgeführt worden. Auf Grund der biologischen Feststellungen trat der Chemiker an das „Mottenproblem" heran, und der mustergültigen Zusammenarbeit von Biologie und Chemie ist es zu danken, daß eine technisch einwandfreie Lösung gefunden wurde. So ist die vorliegende Abhandlung nicht nur durch ihre überreiche Fülle an biologischen neuen Tatsachen für den Biologen von grundlegender Bedeutung, sie ist auch für die Technik ein Muster, wie derartige Probleme in Angriff zu nehmen sind. — Ein ausführliches Literaturverzeichnis und ein sehr anschauliches Bildmaterial (z. T. nach photographischen Aufnahmen) erhöhen den Wert der Arbeit, die eine Fundgrube für angewandte entomologische, aber auch für allgemeine biologische Fragen ist. *Albrecht Hase, Berlin-Dahlem.*

Nüßlin, Otto, Forstinsektenkunde. Dritte, neubearbeitete und vermehrte Auflage, herausgegeben von *L. Rhumbler*. Berlin, Paul Parey, 1922. XVI, 568 S., 457 Textabbildungen und 8 Bildnisse. Preis geb. M. 120,—.

Das bekannte Nüßlinsche Lehrbuch ist jetzt in dritter Auflage von *Rhumbler* neu herausgegeben und hat bei annähernd gleichem Umfang manche begrüßenswerten Neuerungen erfahren.

So ist vor allem neben der Anatomie des Insektenkörpers auch seine äußere Gliederung, die Morphologie, die man in den ersten beiden Auflagen vermißt, soweit behandelt, daß der Anfänger im Forstfach, der nach Spezialwerken bestimmen will, sich über die systematisch wichtigen Organe zu orientieren vermag. Auch sind diesem Abschnitt eine Anzahl guter, schematischer Zeichnungen — meist aus *Escherich* — beigegeben.

An Stelle der bisherigen, zwar sehr übersichtlichen und klaren, aber etwas umständlichen und raumverschwendenden Generationstabellen nach *Judeich-Nitsche*, in welchen für jeden Monat das entsprechende Zustandszeichen eingesetzt ist, hat der Herausgeber vielfach die von ihm vorgeschlagene prägnante Vitaformel (Biolformel) treten lassen. Diese Formel, die mittels eines =-Zeichens dem Namen des betreffenden Insekts beigefügt wird, hat die Grundform eines viergliederigen Bruches. Die Zahlen bedeuten die Monate des Kalenderjahres (1 = Januar, 2 = Februar usw.); sie werden ohne Interpunktionszeichen nebeneinander gesetzt. Den Larvenmonaten ist ein —-Zeichen, den Imagomonaten ein +-Zeichen vorangestellt. Eizeit und Larvenzeit befinden sich über, Puppenzeit und Imagozeit unter dem Bruchstrich. Die Stelle, an welcher die Entwicklung von einem Kalenderjahr in das andere übergeht, wird durch ein , ausgedrückt, so daß die Zahl der Kommata in der Formel auf den ersten Blick die Einjährigkeit, Zweijährigkeit usw. der Generation erkennen läßt. Wo die Dauer des Eizustandes mit der des entwickelten Insektes zusammenfällt, kommt die Monatszahl für den Eizustand in Wegfall; in solchem Falle beginnt also der „Zähler" der Formel mit einem —Zeichen (d. h. eben mit der Larvenzeit). Als Beispiel, in welchem diese wichtigsten Elemente der Biolformel enthalten sind, sei die Formel für den Kiefernspinner angeführt:

$$\frac{78 - 8{,}6}{67 + 7}$$

Das heißt: Ei im Juli und August, Larve (—Zeichen) vom August bis zum Juni des folgenden Jahres (daher das Komma!), Puppe im Juni und Juli, das fertige Insekt (+Zeichen) im Juli.

Bei ametabolen und hemimetabolen Insekten, welche kein Puppenstadium besitzen, fällt der Bruchstrich natürlich weg, die Formel steht sodann in einer Zeile.

Sehr zu begrüßen ist in dem Buch die Beibehaltung der alten, eingebürgerten Nomenklatur, insbesondere der alten Genusnamen, denen gegebenenfalls der neueingeführte Name in Klammern beigefügt ist. Die Aufspaltung der Gattungen ist heute ja leider schon so weit gediehen, daß die meisten der forstlich in Betracht kommenden Spezies auch verschiedene Genusnamen führen und damit die gerade dem Praktiker so nützliche Zusammenfassung verwandter Arten in eine Gattung wieder aufgehoben wird. So sind die Nonne, der Schwammspinner, die beiden Goldafter und der Weidenspinner sich nahestehende Arten, deren Verschiedenheit im Speziesnamen ausgedrückt liegt. Warum soll hier das Gedächtnis des Forstmannes auch noch mit sechs Gattungsnamen (Liparis, Lymantria, Ocneria, Euproctis, Porthesia, Stilpnotia) belastet werden, wo der alte und von *Rhumbler* mit Recht beibehaltene Name Liparis für sie alle weit bessere Dienste tut? Dies ein Beispiel für viele.

Die aus der alten Auflage übernommene Anordnung der wichtigsten Waldschädlinge nach ihren Futterpflanzen hat in der dem Text vorangehenden Inhaltsübersicht einen zweckmäßigen Ausdruck gefunden. Leider blieb durch ein Versehen in dieser Übersicht die Blattwespengattung Lophyrus (S. 484) unerwähnt.

Unter den Bekämpfungsmethoden wurde auch die biologische, die hauptsächlich in Amerika zur Ausbildung gelangt ist, in die neue Auflage aufgenommen. *Max Dingler, München.*

Oltmanns, Friedr., Morphologie und Biologie der Algen. 2. Aufl. 1. Bd. Chrysophyceae, Chlorophyceae. Jena, G. Fischer, 1922. VI, 459 S. und 287 Fig. Preis geh. M. 100,—; geb. M. 130,—.

Oltmanns Algenbuch war vergriffen; aber nicht nur aus diesem Grunde war eine neue Auflage zu wünschen. Manches Neue war auf diesem Gebiete hinzugekommen. So, wie der Verfasser in der Vorrede hervorhebt, besonders über die niedersten Algen und die farbigen Flagellaten, dann durch die cytologische Forschung, durch Kulturversuche und durch neuere Arbeiten über die Verwandtschaftsverhältnisse. Das Werk ist jetzt in drei Bände zerlegt. Der erste behandelt „die Flagellaten im weitesten Sinne und das, was sich unmittelbar an sie anschließt, wie auch die grünen Algen". Dieser liegt vorläufig allein vor. „Der zweite Band soll Phaeophyceen und Rodophyceen bringen, der dritte Band wird die allgemeinen Fragen behandeln." Auf ihn darf man besonders gespannt sein.

Bei den Flagellaten sind *Paschers* Arbeiten eingehend berücksichtigt; wenn der Verf. in ihrer Bewertung auch eine gewisse Zurückhaltung bewahrt, so erkennt man doch ihren Einfluß an vielen Stellen. Bei

den Conjugaten sind die drei Familien der Mesotaeniaceen, Desmidiaceen und Zygnemaceen klar gegeneinandergestellt. Die beiden letzteren werden von den Mesotaeniaceen abgeleitet, wobei der Typus von Cylindrocystis den Ausgangspunkt für die Kopulation bei den Zygnemaceen, der von Spirotaenia (der noch näher zu erforschen bleibt), den für die Desmidiaceen liefert. Bei den Bacillariaceen neigt der Verf. im Anschluß an *Karsten* dazu, die Pennatae weitgehend von den Centricae zu trennen. Hier wie auch anderswo legt der Verf. nicht ganz den Wert auf den Kernphasenwechsel, wie es wohl andere Forscher getan hätten. Wenn es auch verlockend gewesen wäre, diese Dinge in den Mittelpunkt der Erörterungen über Verwandtschaftsverhältnisse zu stellen und auf diese Weise ein festes Gerippe zu schaffen, so zeigt sich doch bei Berücksichtigung aller Verhältnisse der Morphologie, des Zellenbaues und der Fortpflanzung, daß der Stelle im Entwickelungszyklus der Formen, an der die Reduktionsteilung eingeschaltet ist, keine so überragende Bedeutung zukommt, wie die Modeströmung glauben machen könnte. Und zudem fehlen noch vielfach die nötigen Unterlagen. Man wird also dem Verf. seine Zurückhaltung nach genauerem Studium des Buches als berechtigt zubilligen, aber die Hoffnung hegen, daß er im allgemeinen Teil auf diese Fragen zurückkommt.

Auch bei den Grünalgen ist manches Neue hinzugekommen; aber der Hauptinhalt ist geblieben. Sphaeroplea steht noch immer isoliert da. Sie zu den Siphonocladiales zu stellen, die überhaupt wenig einheitlich sind, ist nur ein Notbehelf. Noch mehr für sich stehen die Charales. Man muß dem Verf. Recht geben, daß er Zweifel hegte, ob er sie überhaupt in das Buch aufnehmen sollte, ihm gleichzeitig aber Dank wissen, daß es geschah; denn nirgends sonst finden wir die Ergebnisse der Originalarbeiten so zusammengestellt. Es bleibt nur, die Hoffnung auszusprechen, daß die anderen Bände bald folgen möchten, und daß sie in Hinsicht auf Druckfehler und Figurenhinweise etwas genauer durchgesehen werden möchten.

Wer aber schreibt uns ein ähnliches Buch über die Pilze? *E. G. Pringsheim, Prag.*

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Sonderbare Wirkungen des Mödlinger Trinkwassers auf Salamanderlarven.

Als Ergänzung zu meinem Berichte (Naturwissenschaften 1922, 2. Heft, S. 46) möchte ich noch folgendes anfügen. Die vorjährigen Ergebnisse mit Mödlinger Leitungswasser und beigegebenem 3 mal je ¼ g $CaCl_2$ wurden heuer fast mathematisch genau (57, 58 Tage) bestätigt; bemerkt sei, daß Larven des Feuersalamanders (9. Mai natürlich geworfen, 30—31 mm lang) auch dreimal (11. und 25. Mai, 23. Juni) je ½ bzw. 1 g $CaCl_2$ vertragen, aber im wesentlichen gleich schnell wachsen und ans Land steigen wie die ersteren bei einer Größe von 5,7 cm. Auch in ¾-l-Gläsern, die dreimal in den angegebenen Zeitabständen mit je ¼, ½ und 1 g Kalium biphosphoricum (Lösung sehr schwach sauer) beschickt wurden, entwickelten sich die Larven in 60—61 Tagen bei gewöhnlicher Größe 5,7 cm. In einem ¾ l-Glas, dem zweimal je ¼ g K_2CO_3 (11. und 25. Mai) zugesetzt wurde, beendigte die Larve ihre Umwandlung in 68 Tagen, 5,8 cm groß. Stärkere (½, 1 g) Dosierungen töten die Larven längstens in 15 Tagen, obwohl sie während dieser Zeit 4 mm wachsen. Sonderbarerweise lebte eine 20 Tage alte und 35 mm lange Larve, die dann in einem ¾ l-Glase, dem ich 1 g festes K_2SO_4 (nach 2 Stunden gelöst) beifügte, sonst normal gehalten wurde, 24 Tage lang, wuchs trefflich (45 mm), starb aber darauf — wohl *zufällig* infolge direkter Sonnenbestrahlung. In einem 2 l-Glase, dem zum gewöhnlichen Leitungswasser am 11. Mai 1 g, am 25. Mai und 23. Juni je 2 g $MgSO_4$ zugesetzt wurde, entwickelte sich eine Larve in 62 Tagen, 6 cm lang. Auch $MgCl_2$ (dreimal je 1 cm^3) vertragen die Larven gut und steigen 6 cm lang nach 87 Tagen ans Land. Die voraus geschilderten Versuche wurden mit Larven desselben Wurfes angestellt; die Larven waren wie das Muttertier alle stark gefleckt. Anführen möchte ich noch, daß die mit den oben angeführten Salzen behandelten Larven durchwegs eine geringere Variationsbreite (einige Tage) in der Entwicklungszeit aufweisen als die bloß im Mödlinger Trinkwasser gezüchteten.

Wien, den 5. September 1922. *K. Hofmann.*

Stazione idrobiologica del Trasimeno.

Ich beehre mich, Ihnen die Eröffnung dieser Station mitzuteilen, die für das Studium des Trasimenischen Sees vom Standpunkte der hydrobiologischen Probleme im allgemeinen und der Süßwasserfischerei eingerichtet worden ist. Es ist dies heute die einzige limnologische permanente Station in Italien. Ich vertraue daher auf Ihre gütige Unterstützung, indem Sie diese Initiative ermuntern wollen, die eine große und oft bedauerte Lücke füllt in den Mitteln zu wissenschaftlicher Forschung, die unsern Biologen zur Verfügung stehen.

Die Lokale der hydrobiologischen Station des Trasimenosees sind zu diesem Zweck von der Universität Perugia zur Verfügung gestellt worden und hat mir deren Direktion anvertraut. Das Ackerbauministerium wird sich derselben auch teilweise bedienen für Einrichtung von Zuchtbassins usw.

Monte del Lago (Umbria), den 11. Juli 1922.

Dr. med. Oswald Polimanti,
ord. Prof. der Physiologie
an der Universität Perugia.

Die Tagung der paläontologischen Gesellschaft in Tübingen vom 9.—13. August 1922.

Am 9. August eröffnete der derzeitige Präsident Prof. Dr. *O. Abel* (Wien) im Hörsaal des zoologischen Institutes der Universität Tübingen die diesjährige Tagung der paläontologischen Gesellschaft, deren zahlreiche Teilnehmer, die aus ganz Deutschland, aus Österreich, Schweden, Holland, der Tschechoslowakei und dem S. H. S.-Staate gekommen waren, vom Rector magnificus Prof. Dr. *Rohr* und von Prof. Dr. *E. Hennig* namens der Tübinger Universität auf das herzlichste willkommen geheißen wurden.

In der Geschäftssitzung, in der u. a. die Absendung einer Ehrenadresse an den Nestor der schwäbischen Paläontologen Pfarrer Dr. h. c. *Th. Engel* in Eislingen beschlossen wurde, wurden die Neuwahlen vorgenommen und als Ort für die nächstjährige Tagung *Wien* bestimmt.

Als erster Redner sprach Prof. Dr. *O. Abel* (Wien) über *„Desmostylus, einen miocänen Multituberkulaten aus der nordpazifischen Küstenregion“*. Entgegen früheren Auffassungen, die in Desmostylus teils einen Verwandten der Proboscidier, teils einen solchen der Sirenen erblickten, wies der Vortragende überzeugend nach, daß wir in Desmostylus eine Form vor uns haben,

die als ein Angehöriger der Monotremen bezeichnet werden muß. Die große Bedeutung dieser Feststellung ist darin gelegen, daß damit zum ersten Male ein fossiler Vertreter der Schnabeltiere bekannt wurde, der naturgemäß auf die Stammesentwicklung dieser eigenartigen Tiergruppe einiges Licht zu werfen geeignet ist.

Nach Prof. *Abel* ergriff Prof. Dr. *E. Frhr. v. Stromer* (München) das Wort zu einem Vortrage über *tertiäre Landwirbeltiere aus Deutsch-Südwestafrika.* Die ebengenannte Fauna, die während des Krieges und nach dem Krieg von zwei deutschen Forschern, Prof. Dr. *E. Kaiser* und Dipl.-Ing. Dr. *Beetz* aufgesammelt worden war, lieferte bei ihrer Bearbeitung sehr interessante Ergebnisse, über die der Vortragende ausführlich berichtete.

Sodann folgten 3 Vorträge, die sich mit den Ausgrabungen in der Drachenhöhle bei Mixnitz (Steiermark), wo mächtige Phosphatlager zur Gewinnung von Kunstdünger abgebaut werden, beschäftigten. *A. Bachofen-Echt* (Wien) berichtete über *die Baue eiszeitlicher Murmeltiere (Arctomys primigenius Kaup),* die in der Höhle aufgeschlossen wurden, und weiter über die *Abnutzungsspuren an den Eckzähnen des Höhlenbären.* Was die letzteren betrifft, so konnte der Vortragende an einer großen Zahl von Stücken wie von Abbildungen zeigen, daß diese Abnutzungsspuren auf zweierlei Ursachen zurückzuführen sind, teils auf die durch die sekundäre Verkürzung der Schnauze bedingte Schiefstellung der Eckzähne in den Kiefern, teils auf die Verwendung der genannten Zähne als Werkzeuge von Seiten des in der Höhle nachgewiesenen Eiszeitmenschen. — Den dritten Vortrag, der sich auf die Drachenhöhle von Mixnitz bezog, hielt Dr. *K. Ehrenberg* (Wien). Er berichtete über die Ergebnisse seiner *Untersuchungen der frühesten Entwicklungsstadien (Embryonen und Neugeborenen) des Mixnitzer Höhlenbären,* die in der Drachenhöhle in großer Zahl gefunden wurden, und suchte darzulegen, wie die Art des Vorkommens derselben eine Reihe von Aufschlüssen über Fragen der Fortpflanzung des Höhlenbären gewährt. — Im Anschluß an diese 3 Vorträge erläuterte Prof. Dr. *O. Abel* (Wien) die topographischen sowie die *Lagerungsverhältnisse der Drachenhöhle.*

Mit einem Vortrage von Dr. *Killgus* (Tübingen) über *pliozäne Säugetiere aus China* fand die Erörterung der Säugetiere ihren Abschluß.

Aus dem Reiche der Reptilien hatten Dr. *F. Baron Nopcsa* (Wien) und Prof. Dr. *Frhr. v. Huene* (Tübingen) ihre Themen gewählt. Baron *Nopcsa* sprach über *eine Schlange aus den Kreideschichten von Bosnien.* Die teilweise pachyostotische Veränderung des Skelettes dieser Schlange bot dem Vortragenden Gelegenheit, auf die Erscheinung der Pachyostose, die ja von verschiedenen sekundär zum Wasserleben übergegangenen Wirbeltieren bekannt ist, ausführlich einzugehen. Die ganz neuartige Deutung, die der Vortragende der Pachyostose gab, wobei er auf den Zusammenhang mit innersekretorischen Prozessen hinwies, eröffnete den Ausblick auf ein bisher noch fast gänzlich unbeackertes Teilgebiet unserer Wissenschaft und zeigte einen Weg, auf dem vielleicht noch manche bisher ungelöste Frage ihre Erklärung finden wird. Das ganz besondere Interesse, das unter diesen Umständen die Ausführungen Baron *Nopcsas* hervorrufen mußten, kam auch in der anschließenden Diskussion zum Ausdruck, in deren Verlaufe sich nicht weniger als 20 Redner zum Worte meldeten. — Nach Baron *Nopcsa* sprach Prof. Dr. Frhr. *v. Huene* über *die Stammesentwicklung der Ichthyosaurier,* die durch die Untersuchungen des Vortragenden eine wesentliche Klärung erfährt.

Neben den Wirbeltieren waren es die verschiedenen Stämme der wirbellosen Tiere, die den Gegenstand einer Reihe von Vorträgen bildeten. So erörterte Prof. Dr. *J. Versluys* (Hilversum) *die stammesgeschichtlichen Beziehungen der Gigantostraken* und zeigte, daß diese vorweltlichen Tiere aus der Verwandtschaft der Spinnen entgegen den bisherigen Anschauungen offenbar von terrestrischen Tieren, und zwar skorpionenartigen Formen hergeleitet werden müssen. — Hofrat Prof. Dr. *Gorjanovic-Kramberger* (Agram) zeigte den *Ablauf der phylogenetischen Entwicklung innerhalb der Gastropodengattung Valenciennesia,* während Geheimrat Prof. Dr. *O. Jaekel* (Greifswald) einige der wichtigsten Ergebnisse seiner Untersuchungen über *die Phylogenie der Asterozoen* mitteilte. — Ganz besonderem Interesse begegneten auch die Ausführungen von Prof. Dr. *F. Klinghardt* (Greifswald), der über seine *Methode anatomischer Analyse bei Muscheln* sprach, die es ihm ermöglicht hatte, bei einer Reihe fossiler Muscheln über die kleinsten anatomischen Details Aufschluß zu erhalten, eine Methode, deren Anwendung bei anderen fossilen Evertebraten wohl geeignet erscheint, unsere Kenntnisse über deren Anatomie wesentlich zu erweitern. Damit scheint aber auch ein Weg gewiesen, wie wir in Zukunft zu einer wesentlichen Klärung der Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der einzelnen Stämme der Evertebraten gelangen können.

Zwei weitere Vorträge endlich behandelten allgemeinere Fragen. Prof. Dr. *C. Wiman* (Upsala) lieferte mit seinem Vortrag über *„die Entwicklung der Paläontologie in Schweden"* einen wertvollen Beitrag zur Geschichte unserer Wissenschaft, während Prof. Dr. *F. Weidenreich* (Mannheim) das Thema *„Die Typen- und Artenlehre der Vererbungswissenschaft und die Morphologie"* gewählt hatte. In überaus klarer und fesselnder Weise zeigte der Vortragende, wie jede Form irgendeines Organes durch seine Funktion bedingt ist, wie jedes vererbte Merkmal einmal funktionell erworben sein muß und wie jene gerade gegenwärtig wieder so scharf betonte Unterscheidung zwischen „Genotypus" und „Phänotypus", zwischen vererbbaren und nicht vererbbaren Merkmalen keineswegs berechtigt erscheint. Besonders deutlich ging dies aus dem vom Vortragenden angeführten Beispiel des menschlichen Fersenbeines (Calcaneus) hervor, das in Fällen, wo das betreffende Individuum niemals im Leben gegangen war, in seiner Gestalt nahezu die Verhältnisse eines Gorilla-Calcaneus zeigte. Auch diesem Vortrag folgte eine sehr angeregte Diskussion, die ergab, daß die Versammlung zumindest in ihrer überwiegenden Mehrheit den Standpunkt des Vortragenden bezüglich des Phäno- und Genotypus usw. zu teilen schien, ebenso wie auch die Diskussionsbemerkung von Prof. Dr. *O. Abel* (Wien), daß die Ausführungen des Vortragenden wieder einmal deutlich zeigten, wie sehr die Paläontologie in Fragen der Vererbungsforschung mitzureden habe, allgemeinste Zustimmung fand.

Während die Vormittage den Vorträgen galten, wurden nachmittags stets Exkursionen in die an paläontologischen Funden so reiche Umgebung Tübingens unternommen, die wieder Anlaß zu einer Reihe von Diskussionen gaben. *K. Ehrenberg, Wien.*

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: *Dr. Arnold Berliner,* Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann & Co. in Berlin SW 19.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Physiologisches Praktikum

Chemische, physikalisch-chemische, physikalische und physiologische Methoden

Von

Professor Dr. Emil Abderhalden

Geh. Medizinalrat, Direktor des physiologischen Instituts der Universität zu Halle a. S.

Dritte,
neubearbeitete und vermehrte Auflage

Mit 310 Textabbildungen

G. Z. 11

Kurzes Lehrbuch der Physiologischen Chemie.

Von Dr. **Paul Hári,** o. ö. Professor der Physiologischen und Pathologischen Chemie an der Universität Budapest. **Zweite, verbesserte Auflage.** Mit 6 Textabbildungen. (X, 353 S.) 1922. Gebunden G. Z. 11

Inhaltsübersicht: 1. Kapitel: Physikalisch-chem. Vorbemerkungen. 2. Kapitel: Die chemischen Bestandteile des tierischen Körpers. 3. Kapitel: Kohlenhydrate. 4. Kapitel: Fette und fettartige Körper (Lipoide). 5. Kapitel: Eiweißkörper (Proteine). 6. Kapitel: Blut, Lymphe und das Sekret der serösen Häute. 7. Kapitel: Chemische und physikalisch-chemische Vorgänge im Verdauungstrakt. 8. Kapitel: Der Harn. 9. Kapitel: Milch und Colostrum. 10. Kapitel: Chemie verschiedener Organe, Gewebe und Sekrete. 11. Kapitel: Innere Sekretion. 12. Kapitel: Stoffwechsel und Energieumsatz.

Verlag von J. F. Bergmann in München

Lehrbuch der Physiologischen Chemie.

Unter Mitwirkung von Prof. S. G. Hedin in Upsala, Prof. Dr. J. E. Johansson in Stockholm und Prof. J. Thunberg in Lund. Herausgegeben von Olof Hammarsten, ehem. Prof. der medizinischen und physiologischen Chemie an der Universität Upsala. Neunte, völlig umgearbeitete Auflage. Zwei Teile. Mit 1 Spektraltafel. (VIII, 830 S.) 1922. G. Z. 20; gebunden G. Z. 26

Die eingesetzten Grundzahlen (G. Z.) entsprechen dem ungefähren Goldmarkwert und ergeben mit dem Umrechnungsschlüssel (Entwertungsfaktor) zur Zeit: 80, vervielfacht den Verkaufspreis.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Der Aufbau der Materie

Drei Aufsätze über moderne Atomistik und Elektronentheorie

Von **Max Born**

Zweite, verbesserte Auflage. Mit 37 Textabbildungen. (VI, 86 S.). 1922. G. Z. 2

Inhaltsverzeichnis:

Das Atom.
Einleitung. 1. Elektronen und Kerne. 2. Aufbau des Atoms. 3. Die Atomistik der Elektrizität. 4. Die positive Elektrizität. 5. Die Ladung des Elektrons. 6. Die Größe der Elektronen und Kerne. 7. Thomsons Atommodell. 8. Rutherfords Kerntheorie. 9. Die Interferenz der Röntgenstrahlen. 10. Die Röntgenspektra. 11. Der Atombau. 12. Chemische Folgerungen. 13. Die sichtbaren Spektren. 14. Die Quantentheorie der Atome. 15. Der Aufbau der Kerne. Literatur.

Vom mechanischen Äther zur elektrischen Materie.
Einleitung. 1. Die elastische Lichttheorie. 2. Die elektromagnetische Lichttheorie. 3. Die Atomistik. 4. Die Gittertheorie der Kristalle. 5. Die elektrische Natur der Molekularkräfte. 6. Atomgitter. 7. Elektrolytische Ionen. 8. Ionengitter. 9. Elektrische Kontraktionskraft. 10. Die Abstoßungskraft. 11. Die Berechnung der Kompressibilität. Literatur.

Die Brücke zwischen Chemie und Physik.
1. Die Probleme der chemischen Affinitätslehre. 2. Die chemischen Elementargrößen. 3. Die Bindungsenergie zweiatomiger Molekeln. 4. Die Energie der Kristallgitter. 5. Reaktionen zwischen binären Salzen. 6. Die Ionisierungsenergie der positiven Ionen. 7. Die Elektronenaffinität der elektronegativen Atome. 8. Die Ionisierungsenergie der Halogenwasserstoffe. 9. Die Verdampfungswärme der einwertigen Metalle. 10. Ausblick. Literatur.

Valenzkräfte und Röntgenspektren

Zwei Aufsätze über das Elektronengebäude des Atoms

Von Dr. **W. Kossel**

o. Professor an der Universität Kiel

Mit 11 Abbildungen. (IV, 70 S.) 1921.

G. Z. 2,3

Inhaltsverzeichnis:

I. Über die physikalische Natur der Valenzkräfte. II. Über die Bedeutung der Röntgenstrahlen für die Erforschung des Atombaus. 1. Die Bohrsche Atomtheorie. 2. Röntgenspektren. 3. Erregung der Röntgenlinien. Ihr Seriencharakter. 4. Beziehungen zwischen den verschiedenen Serien eines Atoms. 5. Die Gliederung des Atoms in Elektronenschalen. 6. Der Bau der einzelnen Schalen.

Ultra-Strukturchemie

Ein leicht verständlicher Bericht

Von Professor Dr. **Alfred Stock**

Zweite, durchgesehene Auflage

Mit 17 Textabbildungen. (III, 81 S.)

1920. G. Z. 4,5

Die eingesetzten Grundzahlen (G. Z.) entsprechen dem ungefähren Goldmarkwert und ergeben mit dem Umrechnungsschlüssel (Entwertungsfaktor) zur Zeit: 80, vervielfacht den Verkaufspreis.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9 — Verantwortlich für den Anzeigenteil Ch. Lemke, Berlin W. — Druck von H. S. Hermann & Co., Berlin SW 19, Beuthstraße 8