

Werk

Label: Zeitschriftenheft

Ort: Berlin

Jahr: 1918

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0006|LOG_0313

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Theising.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 36.

6. September 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Zur Begriffsbestimmung des chemischen Elements.
Von *Dr. Heinrich Remy, Paderborn* S. 525.

Mutationsartige Umwandlung von Kristallen. Von
Prof. Dr. A. Johnsen, Kiel. S. 530.

Besprechungen:

Niklas, H., Bayerns Bodenbewirtschaftung, unter Berücksichtigung der geologischen und klimatischen Verhältnisse. Von *Paul Ehrenberg, Göttingen*. S. 535.

Köppen, W., Wind und Wetter in den europäischen Gewässern. Von *A. Schmauß, München*. S. 536.

Zoologische Mitteilungen:
Ueber künstliche Aufhebung des Spinnens der Arthropoden. Die vegetative Fortpflanzung von

Amoeba proteus Pall. Die übliche Auffassung des Fliegens der Käfer. Vorstudien zu biologischen Beobachtungen am Zwergwels. Ueber die künstliche Beeinflussung der Lebensdauer. Totale Rotblindheit der kleinen Stubenfliege. Wie kommt die Spreizung und Schließung der Lamellen des Maikäferfühlers zustande. Ein Friedhof der Waldameise. Beitrag zur Kenntnis sozialer Instinkte bei solitären Bienen. S. 536—539. Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie. S. 539

Berichte gelehrter Gesellschaften:
Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, Gießen - Marburger Physikalisches Kolloquium. S. 539.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure

Aus dem chemischen Laboratorium der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München

Sieben Abhandlungen

Von **Richard Willstätter** und **Arthur Stoll**

Mit 16 Textabbildungen und einer Tafel

Preis M. 28.—; gebunden M. 36.—

* Untersuchungen über Chlorophyll Methoden und Ergebnisse

Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie

Von **Professor Dr. Richard Willstätter**

Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie

und

Dr. Arthur Stoll

Assistent des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie

Mit 16 Textfiguren und 11 Tafeln

1913. Preis M. 18.—; gebunden M. 20.50.

*Hierzu Teuerungszuschlag

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.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 86, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Zeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-55. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

SANGUINAL

Originalgläser à 100 Pillen in den Apotheken.

Prospekt zu Diensten.

in Pillenform

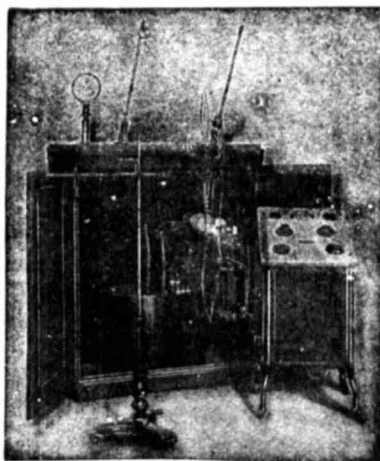
ein von der Ärztenwelt seit Jahren anerkanntes, sehr bewährtes
blutbildendes Eisenpräparat von höchster
Wohlbekömmlichkeit.

Ausgezeichnet gegen **Blutarmut und Bleichsucht.**

KREWEL & Co. G. m. b. H. CÖLN a. Rh.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Röntgeneinrichtung mit
Glühkathoden-Röhre für Diagnostik

Glühkathoden-Röntgenröhre der Siemens & Halske A.-G.

Strahlenhärte u. Röhrenstrom
gleichzeitig und unabhängig
voneinander regulierbar. Die
Röhren sind konstant bei jeder
Härte und jeder Belastung.
(Vgl. Berl. Klin. Wochenschr.
1916, Nr. 12 und 13)

Vorführungen in unserm Ausstellungsraum
BERLIN NW, Luisenstrasse 58-59
Langenbeck-Virchow-Haus

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

6. September 1918.

Heft 36

Zur Begriffsbestimmung des chemischen Elements.

Von Dr. Heinrich Remy, Paderborn.

Die von Boyle aufgestellte Definition der chemischen Elemente als *derjenigen Stoffe, die nicht weiter zerlegt werden können*, hat sich gegenüber dem ehemals tief im Bewußtsein der Menschheit verankerten aristotelisch-scholastischen Elementbegriff, trotz dessen nicht abzuleugnenden naturphilosophischen Tiefsinns, wegen ihrer auf reine Empirie gegründeten Klarheit und ihrer eminent praktischen Brauchbarkeit siegreich durchgesetzt und durch ein Viertel Jahrtausend unangefochten behauptet; in allerneuester Zeit jedoch ist sie wieder Gegenstand ernsthafter Diskussion geworden.

Anlaß dazu hat zunächst die Entwicklung der radiologischen Forschung gegeben. Diese machte die Annahme notwendig, daß *Stoffe völlig gleichen chemischen Verhaltens* nicht nur durch ihre radioaktiven Eigenschaften sich scharf voneinander unterscheiden, sondern auch in ihren Atomgewichten erhebliche Differenzen untereinander aufweisen, andererseits hingegen *Stoffe gleichen Atomgewichts* ganz verschiedene Eigenschaften zeigen können. Dadurch wurde der Glaube an die Eindeutigkeit des Atomgewichts für die Charakterisierung eines chemischen Grundstoffs zum mindesten stark erschüttert. Als dann bald darauf der analytischen Chemie der exakte Nachweis gelang, daß z. B. Blei, welches aus verschiedenen Gesteinsarten gewonnen ist, deutlich voneinander abweichende Atomgewichte (zwischen 206,0 und 207,9) besitzt und daß gleichwohl die so erhaltenen unterschiedlichen Bleiarten in ihrem „chemischen“ Verhalten, d. h. in Valenz, Affinität, elektrochemischem Potential, Atomvolumen, (molarer) Löslichkeit, Verbrennungswärme, Massenwirkung, ja selbst in ihrem charakteristischen Röntgenspektrum¹⁾ auch in ihrem charakteristischen Verhalten in ganz beliebiger Weise einander vertreten können, da wurde die Frage aktuell, ob solche Stoffe, die wie diese verschiedenen Bleiarten hochgradige Übereinstimmung in ihrem sonstigen Verhalten mit beträchtlichen Unterschieden in ihren Atommassen verbinden, als *verschiedene chemische Elemente* zu bezeichnen seien oder ob man sie als *ein und dasselbe Element* anzusprechen habe.

Um die beste Antwort hierauf zu finden, wollen wir zuerst auf die Vorstellung eingehen, die

¹⁾ Vergl. M. Siegbahn, Jahrb. d. Rad. u. Elektronik XIII, 332 (1916).

sich die heutigen Chemiker im allgemeinen vom Wesen eines Elementes machen, um dann an die Betrachtung des Gehaltes der Boyleschen Definition heranzutreten und aus ihr den bindenden Schluß zu ziehen.

Die Chemiker haben sich im Laufe der Zeit daran gewöhnt, die Elemente nicht nur als letzte *analytisch auffindbare Einheiten*, sondern auch als *Einheiten qualitativen¹⁾ und quantitativen Verhaltens* anzusehen, indem sie annahmen, daß jedes Element durch ganz bestimmte, einander eindeutig zugeordnete Eigenschaften gekennzeichnet sei. So hielten sie die chemische Eigenart, das Spektrum, vor allem aber das *Atomgewicht* für schlechthin charakteristische Eigentümlichkeiten eines chemischen Grundstoffs. Auf diese Art gaben sie dem ursprünglich rein experimentell gedachten Boyleschen Elementbegriff, obgleich sie ihn formell unverändert beibehielten, doch einen reicheren Inhalt, als er ihn ursprünglich besaß. Das war an und für sich gewiß statthaft, und solange es dem durch die Erfahrung Gegebenen gerecht wurde, stand es mit der Boyleschen Definition durchaus nicht in Widerspruch; ebenso wenig wie der durch das Studium der geometrischen Eigenschaften gewonnene reichere Begriff vom Dreieck mit der ursprünglichsten und einfachsten Definition desselben in Kontrast tritt. Diese innere Weiterentwicklung des Elementbegriffs führte sogar gewissermaßen zu einer Synthese zwischen dem empirisch abgeleiteten Boyleschen und dem aus dem logischen Bedürfnis entsprungenen Elementbegriff der alten Zeiten.

Soweit aber hierbei der Satz zugrunde gelegt wurde, daß zwei Stoffe, die in einigen Eigenschaften übereinstimmen, dies auch bezüglich aller anderen Eigenschaften tun,²⁾ wurde in die Vorstellung vom chemischen Element eine Anschauung verwoben, die auf einer innerlich nicht genügend begründeten und deshalb unzulässigen Verallgemeinerung von Erfahrungstatsachen beruhte. Nachdem heute exakte analytische Bestimmungen zu dem Ergebnis geführt haben, daß Stoffe, an denen sich sonst keinerlei Differenzen im Verhalten nachweisen lassen, doch deutlich verschiedene Atomgewichte besitzen, und man andererseits aus gewichtigen Gründen genötigt ist, einigen Stoffen von deutlich verschiedenem chemi-

¹⁾ Der Ausdruck „*qualitativ*“ wird in dieser Abhandlung immer in dem Sinne: „frei von jeder Beziehung auf die *Mass*“ angewandt werden, da man nach dem Sprachgebrauch des Chemikers unter „*quantitativen*“ Beziehungen in der Regel lediglich die die *Massen* betreffenden versteht.

²⁾ Vergl. W. Ostwald, Grundriß der allgem. Chemie, S. 1 (Leipzig, 1899).

sehen Verhalten (wie beispielsweise dem Radium *E* und Radium *F*) praktisch gleiche Atomgewichte zuzuerkennen, hat diese Anschauung von der eindeutigen Zuordnung der Einzelqualitäten eines Stoffs jede Stütze in der Erfahrung verloren¹).

Hiernach muß also die Vorstellung, daß Einzelqualitäten für das gesamte Verhalten eines Stoffs bestimmend seien, unter allen Umständen aufgegeben werden. Jedoch kann der Chemiker seinem logisch-anschaulichen Bedürfnis gleichwohl noch dadurch Genüge leisten, daß er auf den Gesamtkomplex der Eigenschaften sein Augenmerk richtet, um auf diese Weise zu Einheiten zu gelangen, die zwar nicht schon durch jedes singuläre Merkmal, stets aber deutlich bei Berücksichtigung der Summe der wichtigsten Eigenschaften von einander unterscheidbar sind. Diese Besinnung gestattet dem Chemiker auch heute noch, mit der Vorstellung vom „Element“ die von einem ganz bestimmten, nur dem ins Auge gefaßten Stoffe eigentümlichen Verhalten (= Gesamtverhalten) zu verbinden, wie er es bisher zu tun gewohnt war. Er braucht also gar nicht so umstürzlerisch zu sein, einer derart wesentlichen Konstanten wie dem Atomgewicht überhaupt jede Bedeutung für die Charakterisierung eines Stoffes abzusprechen. Er trägt den neuen Erkenntnissen vollauf Rechnung, wenn er nur verlangt, daß alles Stoffliche, welches unter den Begriff des gleichen Elements untergeordnet werden soll, in jeder Beziehung — gleiche äußere Umstände vorausgesetzt — übereinstimme, und er nicht schon aus dem Vergleich einzelner Eigenschaften auf die Identität des Ganzen schließt. Dann behält jede wesentliche Eigenschaft ihre Bedeutung für die Charakterisierung einer Substanz, freilich nicht für sich allein betrachtet, sondern bei gleichzeitiger Berücksichtigung auch der anderen Merkmale.

Von diesem Gesichtspunkte aus ergibt sich, daß der Chemiker sowohl Stoffe gleichen Atomgewichts, aber sonst verschiedener Qualität, als auch Stoffe, die bei sonst (im wesentlichen) gleichem qualitativen Verhalten verschiedene Atomgewichte zeigen, als *verschiedene Elemente* zu bezeichnen hat, wenn er eine ganz radikale Umgestaltung seiner bisherigen Elementvorstellung vermeiden, vielmehr diese den Ergebnissen der Neuzeit entsprechend weiterentwickeln will.

Zu dem gleichen Resultat gelangt man aber auch vom rein formalen Standpunkte aus, d. h. auf Grund des Wortlauts der Boyleschen Definition. Das hat K. Fajans unlängst in einer schönen und ausführlichen Abhandlung²) über diesen Gegenstand einleuchtend dargelegt. Die Boylesche Definition stützt sich ganz und gar auf den Be-

griff der Zerlegbarkeit. Stoffe, die nicht weiter zerlegt werden können, sind Elemente; und wenn Stoffe noch in einfachere Bestandteile zerlegbar sind, darf man sie nicht als Elemente ansprechen. Fajans weist nun darauf hin, daß auch diejenigen Grundstoffe, welche bei sonst völlig gleichem Verhalten sich nur durch ihre Atomgewichte unterscheiden, stets von einander getrennt werden können. Nur muß man bei ihnen Methoden anwenden, die sich auf die Verschiedenheit der Masse gründen, zum Beispiel Diffusion im Gaszustande, Zentrifugieren oder elektromagnetische Analyse der Kanalstrahlen. Der Umstand, daß diese Methoden bis jetzt noch kaum benutzt sind, bildet kein Hindernis, sie in den Bereichen, wo sie sich als Trennungsmittel zweckmäßig erweisen, einzuführen. Auch bisher hat ja die Chemie sich in der Auswahl ihrer Trennungsvorgänge keineswegs beschränkt, sondern sie hat stets die gewählt, die für den gerade vorliegenden Zweck als die einfachsten und brauchbarsten erschienen. Gründete man auch die Trennung in der Regel auf die Schwerlöslichkeit bestimmter Verbindungen, so hat man doch bei den seltenen Erden, wo diese Methoden versagten, ohne Bedenken auch zu fraktionierten Kristallisationen gegriffen, bei den Edelgasen zur fraktionierten Verflüssigung und Destillation; und sogar das Verhalten bei der fraktionierten Diffusion ist bereits vor längerer Zeit als Kriterium für die Reinheit eines Elements (des Heliums) benutzt worden. Bislang ist es also niemandem in den Sinn gekommen, die Wahl der Zerlegungsmethoden irgendwie beschränken zu wollen. Der Boyleschen Definition liegt eine solche Beschränkung durchaus fern. Gerade in dem Umstande, daß sie es ermöglicht hat und weiterhin möglich macht, „die Zusammensetzung aller materiellen Gebilde auf eine relativ kleine Zahl von Bestandteilen, Elementen zurückzuführen“, lag und liegt ihr hoher Wert, nur hierdurch wird eine vollkommen eindeutige Analyse beliebiger Substanzen möglich gemacht¹).

Die Tatsache jedoch, daß es Gruppen von Grundstoffen gibt, deren Glieder sich (außer vielleicht noch durch ihr radioaktives Verhalten, das den Chemiker als solchen weniger interessiert) nur durch ihre Atomgewichte (deutlich) unterscheiden, in allen Eigenschaften dagegen, die nicht von ihrer Masse abhängen (soweit es bis jetzt nachweisbar ist), übereinstimmen, läßt es für den Chemiker praktisch erscheinen, auf den Gebieten, in denen das Atomgewicht keine besondere Rolle spielt, von den nur dieses betreffenden Unterschieden der einzelnen Glieder abzusehen und im allgemeinen eine Substanz, die aus lauter solchen stofflichen Einheiten zusammengesetzt ist, welche sich außer durch ihre Massen in ihrem gesamten Verhalten in keiner Weise unterscheiden, — eine Substanz also, die in ihrem qualitativen Verhalten in jeder Beziehung einheitlich erscheint, auch als einheitlich aufzufassen. Unzweckmäßig und durch-

¹) Aufrechterhalten ließe sie sich höchstens noch durch Berufung auf mit den heutigen Mitteln nicht wahrnehmbare Abweichungen in dem scheinbar gleichen Verhalten und in den Atomgewichten.

²) Jahrbuch d. Radioakt. u. Elektronik XIV, 314 (1917), XV, 101 (1918). Vergl. auch Fajans u. Lemberg, Zeitschr. f. anorg. Chemie 95, 329 (1916).

¹) Fajans loc. cit. S. 322, 315 u. 316.

aus nicht im Sinne der Boyleschen Definition wäre es jedoch, eine solche Substanz als *Element* anzusprechen.

Zwar meint *F. Paneth*¹⁾, der diese letztere Bezeichnungsart verteidigt, daß sie bei den Chemikern bereits allgemein üblich sei; nur die Radiochemiker hätten sich an die andere Nomenclatur gewöhnt, aber ihnen dürfe nicht auf Kosten der allgemeinen Chemie Rechnung getragen werden. — Es wird jedoch wohl nur *scheinbar* der Fall sein, daß die meisten Chemiker es vorziehen, qualitativ einheitlich reagierende Stoffgemische als Elemente zu bezeichnen. Für den Chemiker galt ja bisher eine qualitativ einheitliche Substanz stets auch als quantitativ einheitlich. Wenn er sich ein Element als Urform eines bestimmten Komplexes von Qualitäten (unter denen am hervorstechendsten für ihn die eigentlichen chemischen Reaktionen sind) vorstellte, so schloß er damit die quantitativen Beziehungen keineswegs aus. Auch für diese nahm er Identität bei den verschiedenen Atomen des gleichen Elementes an. Nachdem nun die genauere Untersuchung gezeigt hat, daß dem nicht so ist, konnte wohl leicht der eine oder andere Forscher dazu kommen, die neuen Erfahrungen dadurch möglichst eklatant zum Ausdruck zu bringen, daß er als ihr Ergebnis die Tatsache hinstellte, daß ein und dasselbe Element verschiedene Atomgewichte haben könne, jedoch nicht ohne das Bewußtsein, einen Ausspruch zu tun, der dem Gefühl des Chemikers durchaus widerstreitet²⁾. Richtiger im Sinne der bisherigen Auffassung vom Wesen des Elements, wiewohl gerade darum weniger auffällig, werden die neuen Resultate in der Weise dargestellt, daß man sagt: Es gibt chemische Elemente, die in ihrem qualitativen Verhalten vollständig miteinander übereinstimmen; diesen kommt jeweils auch die gleiche Moseleysche Ordnungszahl zu, sie sind deshalb im Periodischen System an der gleichen Stelle einzuordnen und werden darum als isotope Elemente oder kurz als Isotope³⁾ bezeichnet.

Daß es in vielen Fällen praktisch ist, qualitativ einheitlich reagierende Substanzen, auch wenn sie Gemische von Isotopen sind, als einheitlich aufzufassen, wurde schon oben gesagt. Selbstverständlich muß man dann auch die Möglichkeit haben, diese Einheiten gleichen qualitativen Verhaltens bequem zu bezeichnen. *Fajans* schlägt dafür den Ausdruck „*Elemententypen*“ vor. Vielleicht ist es noch besser, einfach von „*Stofftypen*“ zu reden, und zwar nicht nur wegen der größeren sprachlichen Handlichkeit dieses

Worts, sondern auch deshalb, weil es nicht, wie das von *Fajans* gewählte, eine Überordnung des Begriffs „*Typus*“ über den des Elements unter allen Umständen ausdrückt, die manchmal hinderlich erscheint. Man braucht (z. B. im Unterricht) nicht notwendig von dem Begriff des Elements auszugehen, um dann nachher die Elemente gruppenweise zu Typen zusammenzufassen, sondern man kann ebensowohl die Mannigfaltigkeit der gegebenen Dinge zunächst überhaupt nur auf Stofftypen zurückführen, die sich durch ihr qualitatives Verhalten deutlich von einander unterscheiden und daher im allgemeinen auch bequem von einander zu trennen sind. Bei beliebiger Gelegenheit kann man dann hervorheben, daß diese Stofftypen nicht immer schon die *letzten* Baumaterialien der Körperwelt darstellen, sondern daß man erst bei Berücksichtigung *aller* Unterscheidungsmöglichkeiten, insbesondere auch der Masse, zu den eigentlichen Urstoffen, den *chemischen Elementen* gelangt. Nach dem derzeitigen Stande unseres Wissens sind die meisten Stofftypen mit chemischen Elementen *identisch*; in einer nicht unbedeutlichen Anzahl von Fällen kann jedoch eine als „stofftypisch“ erkannte Substanz eine Mischung verschiedener Elemente sein, die durch gleiches qualitatives Verhalten ausgezeichnet sind.

Wenn *Paneth* die Stoffe gleichen qualitativen, oder wie er auch sagt, gleichen „chemischen“ Verhaltens als *Elemente* bezeichnet, so kann er das nur unter Abänderung der Boyleschen Definition. Er schlägt dafür folgende Fassung vor: „*Ein Element ist ein Stoff, der durch kein chemisches Verfahren in einfachere zerlegt werden kann. Stoffe, die dieser Definition genügen, gelten als dasselbe Element, wenn sie einmal miteinander gemischt, durch kein chemisches Verfahren wieder getrennt werden können.*“ Der zweite Satz, der im ersten Augenblick wie eine überflüssige Wiederholung des ersten anmutet, ist ein notwendiger Bestandteil der *Paneths*chen Definition, ohne den dieselbe nicht eindeutig wäre. Denn nach dem ersten Satz *allein* würde man durch beliebiges Mischen von Isotopen zu einer unbegrenzt großen Anzahl von chemischen Elementen und „zu einer völligen Entwertung des Elementbegriffs“⁴⁾ gelangen. Das liegt aber nicht an der Unzulänglichkeit der Boyleschen Definition, sondern an der Abänderung, die *Paneth* an ihr durch die Beschränkung auf „chemische“ Verfahren vornimmt. Abgesehen davon, daß es kaum möglich ist, eine allgemein gültige Grenze zwischen „chemischen“ und rein „physikalischen“ Vorgängen zu ziehen, und auch keine einzige chemische Trennung ohne physikalische (beispielsweise mechanische) Operationen ausführbar ist, erscheint auch deshalb die Beschränkung auf chemische Verfahren unstatthaft, weil die Unterschiede der Massen, wie sich theoretisch zeigen läßt, auch — wenngleich geringe — Differenzen

¹⁾ Zeitschr. f. Phys. Chemie, 91, 171 (1916).

²⁾ So bezeichnet *O. Hönigschmid*, der gleichfalls die *Paneths*che Ausdrucksweise anwendet, diese Anschauungen selbst als „revolutionierend“ (Zeitschr. f. Elektrochem. 22, 18 (1916)). *Revolutionierend* muten die neuartigen Ergebnisse jedoch nur an durch die dafür gewählte wenig zweckmäßige Ausdrucksweise.

³⁾ *F. Soddy*, Die Chemie der Radioelemente II, S. 13 (Leipzig. 1914).

⁴⁾ *Paneth* loc. cit. S. 182.

in den anderen Eigenschaften der Atome zeitigen müssen¹⁾. Ob nicht diese bei weiterer Verfeinerung unserer Methoden uns auch noch zur „chemischen“ Trennung von verschiedenen Elementen gleichen Stofftyps führen werden, läßt sich noch gar nicht sagen. — Strebt man nach wissenschaftlicher Exaktheit, so wird man auch solche Möglichkeiten nicht völlig außer Acht lassen dürfen.

Der Begriff des *Chemischen Elements* ist von *Boyle* in vorbildlicher Weise naturwissenschaftlich exakt definiert und sollte es bleiben. Der Begriff des *Stofftyps* schließt sich dagegen mehr an die aristotelische Naturauffassung an²⁾, nur daß er nicht einem metaphysischen, sondern einem praktischen Bedürfnis entsprungen ist, nämlich dem für ein bestimmtes, zusammengehöriges Gebiet des Verhaltens *Typen* zugrunde zu legen. Es ist schon oben gesagt worden, daß die heutigen Chemiker in ihrer Vorstellung vom Wesen des Elements die Sachlichkeit und Schärfe des rein experimentell abgeleiteten Begriffs mit der Anschaulichkeit des philosophisch erschlossenen, der auf die typischen Merkmale sich stützt, zu verbinden bestrebt waren. Diese Möglichkeit gewährt ihnen die unveränderte *Boylesche* Definition auch heute noch; denn unbeschadet der „Stofftypen“ ermöglicht sie es bei noch feinerer Unterscheidung die chemischen Elemente als *Urtypen* aufzustellen. Ein Element läßt sich unter *diesem* Gesichtspunkte als *letzte stoffliche Einheit für einen unveränderlichen Komplex von Eigenschaften* beschreiben. Die *einzelnen* Eigenschaften sind *nicht* typisch für das Element. Verschiedene Elemente können einen Teil der Eigenschaften mit einander gemein haben, einen andern dagegen nicht. Verschiedene Elemente können gleiches Atomgewicht haben, sich aber qualitativ ganz verschieden verhalten; sie können jedoch auch bei gleichem qualitativen Verhalten von verschiedenem Atomgewicht sein.

Ob es doch vielleicht Eigenschaften gibt, die durch ihre Differenzen immer auch die Verschiedenheit aller anderen Eigenschaften bedingen, vermag erst die Experimentalforschung der Zukunft zu entscheiden. Jedenfalls ist es bei dem heutigen Stande unseres Wissens unzulässig, von vornherein die Möglichkeit auszuschließen, daß Atome, von denen das eine durch Aussendung von β -Strahlen aus dem andern entsteht, nicht doch etwas verschiedene Masse haben; denn durch das Entweichen eines Elektrons aus dem Atomverbande muß entsprechend der großen hierbei umgesetzten Energiemenge eine weitgehende Umlagerung des inneren Kraftfeldes und eine entsprechende Umgruppierung der Elektronen des Atomrestes veranlaßt werden, die sehr wohl auch

auf dessen Masse von Einfluß sein kann¹⁾. Liegt die so bewirkte Veränderung der Masse im Bereich der Meßbarkeit, so könnte das Atomgewicht am Ende doch noch einmal wieder als typisches Charakteristikum des chemischen Elements zu Ehren kommen.

Solche Erfahrungen, wenn sie jemals gemacht werden sollten, würden unsere oben beschriebene Elementvorstellung lediglich nach ihrer inhaltlichen Seite stetig weiterentwickeln, die *Boylesche* Definition jedoch und die aus ihr im vorstehenden gezogenen Konsequenzen völlig unangestastet lassen.

Kommen wir hiermit zu dem Ergebnis, daß die klassische Elementdefinition *Boyles* auch heute noch in unveränderter Form aufrechtzuerhalten ist, so glaubt hingegen *Fajans* sie korrigieren zu müssen. Er will sie durch den folgenden Satz ersetzen: „*Ein Element ist ein Stoff, der durch kein physikalisches oder chemisches Mittel in einfachere Bestandteile zerlegt wurde und auch nicht als Gemisch anderer Stoffe erkannt worden ist.*“ Man darf nach *Fajans* „in der Elementdefinition nicht behaupten, daß ein Element durch kein bekanntes Mittel zerlegt werden kann, sondern nur, daß es durch kein Mittel zerlegt wurde“. Diese mit allen Denkgewohnheiten des Chemikers aufs schärfste in Widerspruch tretende und allein durch die Berufung auf *W. Ostwald* nicht genügend gerechtfertigte Aufstellung *Fajans*' könnte als Ausfluß eines extremen Positivismus anmuten, wie er in dieser Form eigentlich nur in bestimmten Kreisen französischer Theoretiker so recht heimisch ist; aber anscheinend ist *Fajans* zu ihr weniger von philosophischen Spekulationen ausgehend gelangt, als in dem Bestreben, eine praktische Schwierigkeit aus dem Wege zu räumen, die seiner Ansicht nach die *Boylesche* Elementdefinition bei dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens mit sich bringt. Es sind nämlich bisher noch nicht sämtliche bekannten Zerlegungsmethoden auf die üblicherweise als Elemente bezeichneten Stoffe angewandt worden. Wir dürfen deshalb die Möglichkeit nicht von vornherein ausschließen, daß eine mehr oder weniger große Zahl davon sich später als Isotopengemische erweisen wird. — Das ist zweifellos richtig. Aber ich sehe nicht ein, inwiefern die Annahme, daß ein Teil der heute noch für elementar gehaltenen Substanzen sich später einmal doch noch als zusammengesetzt herausstellen könnte, unseren Elementbegriff in seiner Anwendbarkeit beeinträchtigen müßte. Auch früher sind doch bereits in vielen Fällen Zweifel an der elementaren Natur von anfangs für einfach gehaltenen Substanzen aufgetaucht. Diese haben gerade dazu geführt, daß der Chemiker sich nicht auf einige wenige Methoden der Zerlegung beschränkte, sondern möglichst alle ihm zur Verfügung stehenden Mittel anzuwenden

¹⁾ *Fajans* loc. cit. S. 330, 331, 337 u. 338.

²⁾ Vergl. *W. Herz*, Grundzüge der Geschichte der Chemie (Stuttgart, 1916) S. 9: „Die Alten haben wohl mit den Ausdrücken Feuer, Wasser, Luft, Erde weniger die stoffliche Erde, das stoffliche Wasser usw. ausdrücken wollen, als ihre typischen Eigenschaften.“

¹⁾ Vergl. hierzu *J. Stark*, Prinzipien der Atomdynamik I, S. 71 (Leipzig, 1910).

sichte, um sich von der Reinheit eines Elements zu überzeugen. Auch haben gerade sie wichtige Entdeckungen veranlaßt. Zweifel an der elementaren Natur des atmosphärischen Stickstoffs führten zur Auffindung des Argons. Ebenso bietet die Entdeckung der anderen Edelgase, die Geschichte der Reinigung der seltenen Erden, wie auch schon die Geschichte der früheren Chemie zahlreiche Belege dafür, daß die Auffassung des Elements streng im Boyleschen Sinne ebensowenig darauf gehindert hat, *praktisch* Stoffe, deren Zerlegbarkeit derzeit noch nicht bekannt war, als Elemente anzusehen, wie sie jederzeit es freistellte, *theoretisch* an der elementaren Natur eines Stoffes zu zweifeln, an dem noch nicht alle bekannten Zerlegungsmöglichkeiten versucht waren.

Ein Zweifel an der Lückenlosigkeit des bisher Erreichten muß stets gestattet sein, damit überhaupt ein Fortschritt in der Wissenschaft möglich bleibt — das gilt nicht nur für die Chemie —. Ist aber der Chemiker gleich durch seine Definition gezwungen, jeden Stoff, der bis heute noch nicht zerlegt wurde, nicht nur praktisch, sondern auch in seinen wissenschaftlichen Erwägungen als Element zu betrachten, so hat er hinfort keinen Anlaß mehr, sich um weitere Zerlegung irgend einer bis jetzt noch nicht aufgespaltenen Substanz zu bemühen, da diese bereits durch die Tatsache, daß sie noch nicht aufgespalten wurde, als Element statuiert ist, selbst wenn sie, in den geheimnissvollsten Tiefen der Erde ruhend, noch gar nicht in die Hände des Analytikers gelangt sein sollte. Verlangt man von einem Element nichts weiter, als daß es ein Stoff sei, der noch nicht zerlegt wurde und nicht als Gemisch anderer Stoffe erkannt worden ist, so wird die Entdeckung noch einiger neuer Elemente nicht besonders schwierig sein — freilich die wissenschaftliche Einsicht in die Natur auch wenig fördern; denn die uns noch fehlenden 5 Stofftypen, deren Dasein das Periodische System im Verein mit den Schlüssen aus den charakteristischen Röntgenspektren erwarten läßt und deren Entdeckung die schönste Krönung dieses Gebiets der Chemie bilden würde, werden auf die Art sicher *niemals* gefunden werden. Gerade der latent stets vorhandene Zweifel an der elementaren Natur besonders noch wenig untersuchter Stoffe, der in Aktion tritt, sobald nur irgend ein Merkmal, beispielsweise eine charakteristische Eigentümlichkeit des Spektrums, ihm eine Handhabe bietet, ermöglicht es uns, auch jetzt noch neue Entdeckungen von Elementen nicht für ausgeschlossen zu halten. Nach der Definition von *Fajans* müßte ein Forscher, seine Zerlegungskunst zu versuchen, nicht der Zweifel drängen: Ist dieser Stoff wirklich ein Element, sondern die Frage: wird dieser Stoff, wenn du ihn recht bearbeitest, wohl trotzdem ein Element bleiben? Der Forscher müßte also an sein Werk mit der ausdrücklichen Absicht herangehen, ein Element zu zerstören. Man wird wohl nicht annehmen wollen, daß auch nur ein einziger von

den Entdeckern der Elemente nach *Boyle* sich in solchen Gedankengängen bewegt hat.

Es ist interessant, zu welchen Konflikten die von *Fajans* vorgenommene erkenntnistheoretische Beschränkung der Boyleschen Definition gerade in ihrer Anwendung auf das Isotopenproblem führt, um das sich doch die ganze Diskussion über den Elementbegriff bewegt. Obgleich wir mit Bestimmtheit sagen können, daß jedes Isotopengemisch zerlegt werden kann, da wir Methoden kennen, die richtig angewandt, dies Ziel erreichbar machen müssen: wären wir, wenn ein Element ein Stoff ist, der noch durch kein Mittel zerlegt wurde, heute trotzdem gezwungen, jedes beliebige Isotopengemisch als besonderes Element anzusprechen, da bis jetzt eine Zerlegung von Isotopen noch fast in keinem Falle¹⁾ gelungen ist (weil man es nämlich mit den geeigneten Methoden noch nicht versucht hat). Wir könnten dann durch Mischen von Elementen gleichen Stofftyps beliebig viele neue Elemente herstellen und kämen dadurch allerdings zu einer „völligen Entwertung des Elementbegriffs“. Diese Schwierigkeit sucht nun *Fajans* zu überwinden durch den Zusatz: „und nicht als Gemisch anderer Stoffe erkannt worden ist“. Dadurch gerät er aber von der Scylla in die Charybdis. Denn er gibt durch diesen Zusatz die *analytische Zerlegung als entscheidende Prüfungsmethode* preis, obgleich er an früherer Stelle selbst betont, „daß der Elementbegriff seinem Zweck deshalb so vortrefflich entsprochen hat, weil das Element die Grenze der analytischen Kunst des Chemikers bildete in bezug sowohl auf die Zerlegungsmöglichkeit als auch auf die Unterscheidungsmöglichkeit“. Der Satz, daß ein Element ein Stoff sei, der nicht als Gemisch anderer Stoffe erkannt ist, würde die Kompetenz im Urteil über die Reinheit eines Elements vom Chemiker in die Hände des Physikers hinüberspielen. Denn wie *Fajans* ausdrücklich radioaktive Methoden zur Erkennung der Gemischnatur gestattet, so müssen nach dem Wortlaut seiner Definition auch alle anderen physikalischen Methoden erlaubt sein, insbesondere auch spektrographische. So sehr nun auch der moderne Chemiker diese als Hilfsmittel bei seinen Arbeiten zu schätzen weiß, so wird er doch immer die Möglichkeit der Zerlegung als entscheidendes Kriterium für die Gemischnatur eines Stoffes betrachten und sich nicht gerne auf die Dauer bei derartig fundamentalen Nachweisen mit indirekten Methoden begnügen wollen²⁾.

¹⁾ Eine Ausnahme bildet vielleicht der Neontyp. Vergl. *Soddy*, Chemie der Radioelemente II, S. 62 (Leipzig, 1914).

²⁾ Hiermit soll natürlich nicht abgeleugnet werden, daß in vereinzelt Fällen, wie bei den ganz kurzlebigen radioaktiven Substanzen, der Chemiker sich veranlaßt sehen kann, sich *praktisch* an die Ergebnisse der physikalischen Meßmethoden zu halten; aber eben aus dem Grunde, weil hier seine Methoden versagen, sieht er das Gebiet der kurzlebigen Radioelemente auch nicht mehr als zu seinem Bezirk gehörig an.

Die von *Fajans* vorgeschlagene Definition hat, wie er selbst zugibt, auch noch die unbefriedigende Eigentümlichkeit, daß sie „einerseits einheitliche Elemente (wie die Radioelemente), andererseits Stoffe umfaßt (wie die meisten gewöhnlichen Elemente), von denen wir nicht wissen, ob sie einheitlich sind oder Gemische von Isotopen vorstellen“. *Fajans* meint jedoch, daß dies dem unbefriedigenden Zustande unserer Kenntnisse entspräche¹⁾. Dazu sei mir nur die Frage gestattet: Spiegelt denn etwa die alte Boylesche Definition den damals doch noch viel unbefriedigenderen Zustand der Kenntnisse wieder? — Nicht später einmal sollen wir zu der alten Fassung der Boyleschen Definition zurückkehren, wie *Fajans* vorschlägt, sondern wir haben im Interesse der Klarheit und des Fortschritts in unserer Wissenschaft allen Grund, auch gegenwärtig ihre klassische Form unangetastet beizubehalten.

Das vernünftige Denken ist praktisch stets berechtigt, aus der Tatsache, daß an einem Stoff alle in Betracht kommenden Zerlegungsmethoden stets ohne Ergebnis versucht wurden, auch den Schluß zu ziehen, daß er mit diesen Methoden tatsächlich nicht zerlegt werden konnte und kann. Die Boylesche Definition ist deshalb auch erkenntnistheoretisch unanfechtbar. Dem Umstand, daß auf die meisten unserer Stofftypen eine Reihe von Trennungsvorfahren, deren Ergebnisse noch nicht vorausgesehen werden können, noch nicht angewandt worden ist, wird dadurch Rechnung getragen, daß wir freimütig gestehen: Von den meisten Stofftypen ist zurzeit noch nicht mit voller Sicherheit bekannt, ob sie elementarer Natur sind. Durch die *Fajanssche* Fassung der Elementdefinition wird diese wissenschaftlich doch gewiß recht interessante Tatsache verschleiert statt aufgedeckt. Glaubt *Fajans* hierdurch die aus seinen sonst so folgerichtigen Entwicklungen über den Elementbegriff gezogenen Schlüsse für die Praxis annehmbarer zu machen, so ist im Gegenteil zu befürchten, daß bei dem Widerspruch, der sich notwendigerweise aus den Reihen der Chemiker gegen seine erkenntnistheoretisch bedenkliche Umformung der Boyleschen Definition erheben muß, auch seine übrigen Folgerungen nicht die ihnen gebührende Beachtung finden werden.

Wir kommen so zu folgendem

Ergebnis:

Die Boylesche Definition: *Ein chemisches Element ist ein Stoff, der nicht weiter zerlegt werden kann*, wird dem heutigen Stande unseres Wissens noch vollkommen gerecht; auch erkenntnistheoretisch ist sie unanfechtbar.

Eine Beschränkung ihres Umfangs ist unangebracht, da eine solche materiell nicht zu rechtfertigen ist und ideell mit der geschichtlich gewordenen Vorstellung vom Wesen des chemischen Elements in unvereinbaren Gegensatz tritt.

Den neugemachten Erfahrungen wird Rechnung

¹⁾ Loc. cit. S. 345 u. 346.

getragen durch Einführung des Begriffs der „Stofftypen“.

Die *Stofftypen* sind die letzten Einheiten qualitativen Verhaltens, auf die sich die Stoffe durch Zerlegung zurückführen lassen. Dabei wird unter „qualitativem Verhalten“ das gesamte auch in atomaren Bereich konstante²⁾ Verhalten verstanden, soweit es nicht durch die Masse (merklich) beeinflusst wird.

Allein auf Grund des Begriffs der *Zerlegung* lassen sich die *Stofftypen* nicht definieren, da die letzten Einheiten qualitativen Verhaltens in vielen Fällen noch weiter zerlegt werden können.

Die letzten Bestandteile, zu denen die *Zerlegung* führt, sind die *chemischen Elemente*.

In praxi dürfen wir *gut bekannte Stoffe*, die bisher noch nicht weiter zerlegt sind, als *Elemente* bezeichnen; wir haben jedoch zu beachten, daß theoretisch an der elementaren Natur der meisten Grundstoffe noch Zweifel erlaubt sind, da für die Unmöglichkeit, sie mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln weiter zu zergliedern, noch keine Beweise vorliegen.

Die *Stofftypen* haben, soweit sie nicht mit chemischen Elementen identisch sind, kein definierbares Atomgewicht. Ihre charakteristischste Konstante ist die *Moseleysche Ordnungszahl*; auf Grund derselben lassen sie sich zu dem „*Periodischen System der Stofftypen*“ ordnen.

Gemische von Elementen gleichen *Stofftyps* (Isotopengemische) haben definierbare *Verbindungsgewichte*²⁾, da sie bei den meisten *Reaktionen* unverändert bleiben. Es empfiehlt sich, diese Gemische (im Anschluß an *Fajans*) als *chemische Stoffarten* zu bezeichnen.

Mutationsartige Umwandlung von Kristallen.

Von Prof. Dr. A. Johnsen, Kiel.

I.

Die Bezeichnung der zu beschreibenden Kristallumwandlungen als „*mutationsartig*“ soll eine Anregung für Biologen bedeuten. Ist es doch zweckmäßig und beliebt, bei der Untersuchung komplizierter Erscheinungen diese mit einfacheren zu vergleichen. Nun sind aber die Vorgänge des Lebens verwickelter als diejenigen der leblosen Materie, und wie man die Lebensbetätigungen einer Amöbe mit der Wirkung von Kapillarkräften in Emulsionen verglichen hat, so mag ein Vergleich zwischen Organismenmutation und der jetzt zu schildernden Kristallmutation für Biologen heuristisch nützlich sein. Am Schluß werden wir auf diesen halben Parallelismus, der etwa demjenigen zwischen einer Geraden und einer ihr entlang ziehenden Wellenlinie gleicht, zurückkommen.

¹⁾ Dieser Zusatz schließt die radioaktiven Eigenschaften aus.

²⁾ Von ihren *Atomgewichten* zu reden, ist nur in dem beschränkten Sinne gestattet, in dem man auch von einem „*Molekulargewicht*“ der Luft spricht.

II.

Die plötzliche Umwandlung einer Kristallart in eine andre wurde im Jahre 1823 von dem Chemiker und Kristallographen *Eilhard Mitscherlich* am Schwefel entdeckt; beim Überschreiten von $+95\frac{1}{2}^{\circ}$ C. geht der gewöhnliche „ α -Schwefel“ in „ β -Schwefel“ über, und dieser verwandelt sich in jenen, wenn die Temperatur unter jenen Betrag sinkt. Oberhalb dieser *Umwandlungstemperatur* ist die β -Kristallart beständig, unterhalb ist die α -Kristallart stabil und bei der Umwandlungstemperatur sind beide Arten mit einander im Gleichgewicht wie Wasser und Eis bei der Schmelztemperatur des Eises.

Seit *Mitscherlichs* Entdeckung sind viele Dutzende solcher Fälle beobachtet und genauer untersucht worden. Zuweilen existieren sogar mehr als nur zwei Kristallarten einer Substanz, so daß sich bei einer Temperatur die α -Art in eine β -Art und diese bei einer anderen Temperatur in eine γ -Art umwandelt usw. So liefert z. B. das Wasser nach *G. Tammann* eine große Anzahl von Eisarten, also außer dem gewöhnlichen α -Eis noch ein β -Eis, γ -Eis usw.

Stets ergab sich trotz prozentual gleicher chemischer Zusammensetzung von α -, β -, γ - . . . Art eine quantitative Verschiedenheit aller physikalischen Qualitäten.

In einem Fall tritt diese, im andern jene physikalische Veränderung stärker hervor. So geht rotes α -*Quecksilberjodid* oberhalb $+126^{\circ}$ C. in eine gelbe β -Kristallart über (*Mitscherlich*), gelbes α -*Silberjodid* oberhalb $+145^{\circ}$ in eine feuerrote β -Art: *Borazit*, ein borhaltiges Mineral, verwandelt sich oberhalb $+265^{\circ}$ unter starker Zusammenziehung in eine β -Art (wie etwa Eis unter Kontraktion schmilzt); *Schmiedeeisen* geht oberhalb $+765^{\circ}$ unter fast völligem Verlust seines starken Paramagnetismus in ein β -Eisen über. Die Schmelze von *Paraazoxyanisol*, einer organischen Verbindung, kristallisiert unterhalb $+134^{\circ}$ unter eigentümlichem Wallen zu doppelt brechenden Tropfen einer sogenannten *flüssigen Kristallart* (*O. Lehmann*), und diese Tropfen wandeln sich unterhalb $+117^{\circ}$ in radialstrahlige Aggregate fester Kristallnadeln um; beim Abkühlen einer Schmelze von *Ammoniumnitrat* sieht man zunächst Kristallisation und dann nach einander mehrere Kristallumwandlungen eintreten, die sich zwischen gekreuzten Nicols durch plötzliche Veränderung der Interferenzfarben verraten.

Bei jeder Umwandlung wird Wärme entweder verbraucht oder geliefert; so wird beim Übergang von 1 Gramm des roten β -Jodsilbers in gelbes α -Jodsilber unterhalb $+145^{\circ}$ C. eine Wärmemenge frei, die 1 Kubikzentimeter Wasser um mehr als 6° C. erwärmen würde.

Auch die *Kristallformen* der verschiedenen Kristallarten einer Substanz sind im allgemeinen völlig von einander verschieden. Daher hat man die durch mehrere Kristallarten ausgezeichneten

Substanzen als *polymorph* und diese Erscheinung als *Polymorphie* bezeichnet.

III.

Oft stehen die Gestalten der α - und der β -Kristalle in deutlicher *morphologischer Beziehung* zu einander. In diesen Fällen bedeutet dann die Bildung der β -Art meist ein Entstehen höherer Symmetrie; hierbei sind zwei Typen zu unterscheiden. Entweder es tritt durch eigentümliche Umlagerung und Verschiebung von Atomkomplexen der α -Art eine vielfache innige Zwillingsbildung ein, die zur β -Art scheinbar kontinuierlich hinüberführt (Beispiele: *Borazit*, *Leuzit*, *Ceriumsilikowolframat*, *Natriumnickeltriuranlyazetat-Enneahydrat* und andere). Oder es vollzieht sich unter sehr geringen physikalischen und morphologischen Änderungen ohne sichtbare Zwillingsbildung der Übergang in die auch symmetrisch nur wenig abweichende β -Art (Beispiele: α - und β -*Salmiak*, α - und β -*Quarz*, α - und β -*Kalkspat*). Ist dagegen jene morphologische Verwandtschaft nicht vorhanden, dann liefert jeder α -Kristall ein seinen Konturen eingelagertes Aggregat von unregelmäßig orientierten β -Kristallen — eine sogenannte *Pseudomorphose* (*Paramorphose*); dementsprechend geht auch bei Abkühlung unter $95\frac{1}{2}^{\circ}$ jedes Kristallindividuum von β -Schwefel in ein regellooses Aggregat von Individuen des α -Schwefels über, welches die Symmetrie des vergangenen β -Kristalles vortäuscht.

IV.

Die *Umwandlungstemperaturen* ermittelt man dadurch, daß man unter langsamer *stetiger* Wärmezufuhr oder Wärmeabfuhr die Temperatur eines Kristallpulvers fortgesetzt mißt, bis bei der Umwandlungstemperatur an Stelle der *stetigen* physikalischen Änderungen eine *unstetige* Änderung sich bemerkbar macht. So bestimmt man einen Wechsel der Lichtbrechung oder der Farbe mit dem Mikroskop, eine Wärmeabgabe oder -Aufnahme mit dem Thermometer, eine Volumenänderung mit dem Dilatometer. Die Umwandlungstemperatur des *Zinns* kann dilatometrisch daran erkannt werden, daß sich unterhalb $+20^{\circ}$ C. das gewöhnliche Zinn plötzlich um $3\frac{1}{2}$ Volumenprocente ausdehnt und in β -Zinn übergeht. *E. Cohen* und *C. van Eyk* bestimmten diese Umwandlungstemperatur auf folgendem anderen Wege. Sie konstruierten aus beiden Zinnarten und einer Zinnsalzlösung ein galvanisches Element und maßen dessen elektrische Spannung bei verschiedenen Temperaturen von -15° C. aufwärts; bei $+20^{\circ}$ C. wurde die Spannung plötzlich Null. Zwei Kristallarten besitzen nämlich bei ihrer Umwandlungstemperatur, und nur bei dieser, das gleiche Potential, gleiche Dampfspannung und gleiche Löslichkeit, kurz, die gleiche Menge „*freier Energie*“, während ihre „*Gesamtenergien*“ sich um einen Betrag unterscheiden, welcher der Umwandlungswärme äquivalent ist. Während z. B. α -Schwefel und β -Schwefel bei $+95\frac{1}{2}^{\circ}$ C. die

gleiche Löslichkeit besitzen, lösen sich bei $+25^{\circ}\text{C}$. in 100 g Benzol 1,86 g stabilen α -Schwefels, dagegen 1,87 g instabilen β -Schwefels. Es läßt sich zeigen, daß stets die unter den Versuchsbedingungen stabile Kristallart eine kleinere Löslichkeit besitzt als die instabile Art, weil sich nämlich bei umgekehrtem Verhalten aus beiden Kristallarten und einem Lösungsmittel eine Art Perpetuum mobile konstruieren ließe, also eine Vorrichtung, die dem heutigen Physiker fast ebenso unmöglich erscheint, wie dem Mathematiker die Konstruktion eines Würfels, dessen Inhalt gleich der Summe der Volumina zweier anderer Würfel ist.

Mit der Verschiedenheit der Löslichkeiten hängt die Differenz der Dampfdrucke sowie die Existenz zweier Schmelzpunkte zusammen; α -Schwefel schmilzt bei $+113\frac{1}{2}^{\circ}$, β -Schwefel bei $+119\frac{1}{2}^{\circ}$.

V.

Wie die Schmelztemperatur sich mit dem Außendruck ändert, so auch die ihr überhaupt analoge Umwandlungstemperatur. Sollen demnach bei irgendeinem Druck zwei Kristallarten einer Substanz im Gleichgewicht mit einander sein, so muß man eine bestimmte Temperatur herstellen. Folgende von *R. Clausius* für die Vorgänge der Verdampfung und der Kondensation entwickelte Formel gilt auch für die Kristallumwandlungen:

$$\frac{dT}{dP} = \frac{T(V_{\beta} - V_{\alpha})}{E};$$

hierin bedeuten T die absolute Umwandlungstemperatur, P den Druck in Dynen pro Quadratcentimeter, V_{β} und V_{α} die Volumina von einem Gramm der β - und der α -Kristallart in Kubikcentimetern (bei der Umwandlungstemperatur) und E die Anzahl von Erg, die derjenigen Wärmemenge äquivalent ist, welche beim Übergang der α -Art in die β -Art verbraucht wird. Die Formel zeigt, daß bei positivem E die Umwandlungstemperatur mit wachsendem Drucke steigt oder fällt, je nachdem V_{β} größer oder kleiner als V_{α} ist. Diese Folgerung aus der Formel können wir z. B. am Schwefel und am Jodsilber prüfen. Bei Schwefel ist $V_{\alpha} = \frac{1}{2,0}$ und $V_{\beta} = \frac{1}{1,9}$, also $V_{\beta} > V_{\alpha}$;

beim Jodsilber dagegen ist $V_{\alpha} = \frac{1}{5,67}$ und $V_{\beta} = \frac{1}{5,77}$, also $V_{\beta} < V_{\alpha}$. Dementsprechend steigt nach Messungen von *G. Tammann* die Umwandlungstemperatur von Schwefel, wenn wir den Atmosphärendruck durch einen Druck von 123 kg/cm² ersetzen, von $95\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$. auf $+100^{\circ}\text{C}$. und bei einem Druck von 1350 kg/cm² auf $+150^{\circ}\text{C}$.; beim Jodsilber fällt die Umwandlungstemperatur bei einem Druck von 624 kg/cm² von $+145^{\circ}\text{C}$. auf $+135^{\circ}\text{C}$. und bei 3000 kg/cm² auf $+100^{\circ}\text{C}$. — Existieren drei Kristallarten, so können dieselben nur unter einer einzigen Bedingung mit einander im Gleichgewicht sein; das folgt aus einem allgemeineren Gesetz, welches *W. Gibbs*, der bedeutendste von den Vereinigten Staaten hervorgebrachte Natur-

forscher, 1876 abgeleitet hat. So existieren z. B. drei gewisse Kristallarten des Ammoniumnitrates nebeneinander nur bei einer Temperatur von $+64,2^{\circ}\text{C}$. und einem Druck von 930 kg/cm². Analog sind α -Schwefel, β -Schwefel und ihre Schmelze zu dritt im Gleichgewicht bei $+152^{\circ}\text{C}$. und 1400 kg/cm².

VI.

Wie sich Wasser auf -10° abkühlen läßt, ohne sogleich zu gefrieren, so treten auch oft Verzögerungen der Kristallumwandlung in Gestalt von „Unterkühlungen“ auf; da die innere Reibung von Kristallen größer zu sein pflegt als diejenige von Schmelzen, so umfaßt häufig ihre Unterkühlung viel größere Temperaturbereiche und viel größere Zeiträume. Beispielsweise wandelt sich das gewöhnliche α -Zinn, obwohl die Umwandlungstemperatur bei $+20^{\circ}$ liegt, meist nur in sehr kalten Wintern in die graue β -Art um und erst bei -48° , also bei einer Unterkühlung um 68° , erreicht die Umwandlungsgeschwindigkeit ein Maximum, um bei noch tieferen Temperaturen nach Art der chemischen Reaktionen abzunehmen. Darauf ist es zurückzuführen, daß die zinnernen Orgelpfeifen verhältnismäßig selten von der gefürchteten „Zinnpest“, die sie in Pulver von β -Zinn verwandelt, befallen werden; ein Fall ist bekannt, wo in einem russischen Militärmagazin zinnerne Uniformknöpfe in grauen Staub übergegangen waren — ein Vorfall, der zunächst auf eine Unregelmäßigkeit der Verwaltung zurückgeführt wurde.

Nach *D. Gernez* läßt sich auch der β -Schwefel außerordentlich weit unter die Umwandlungstemperatur, also unter $95\frac{1}{2}^{\circ}$, unterkühlen, ohne sogleich in die α -Art überzugehen. Erst bei $+50^{\circ}$, entsprechend einer Unterkühlung um $45\frac{1}{2}^{\circ}$, erreicht die Umwandlungsgeschwindigkeit ihr Maximum, um bei noch tieferen Temperaturen wieder abzufallen und bei etwa -30° praktisch gleich Null zu werden.

Mit diesen Verzögerungserscheinungen hängt es zusammen, daß man unterhalb der Umwandlungstemperatur aus Dämpfen, Schmelzen und Lösungen durch Hineinbringen eines β -Kristalles öfters die Bildung der instabilen β -Art zu erzwingen vermag; so liefert nach *D. Gernez* der im Vakuum unterhalb $+126^{\circ}$ erzeugte Dampf von Quecksilberjodid durch „Impfen“ mit roten α -Kristallen die α -Art, ebenso aber durch Impfen mit gelben β -Kristallen die β -Art jener Verbindung; ähnlich erhält man aus einer unter $+95\frac{1}{2}^{\circ}$ unterkühlten Schmelze von Schwefel je nach der Art des hineingebrachten Kristalles entweder α - oder β -Schwefel.

VII.

Im Gegensatz zu den bisher genannten Fällen, wo jede von zwei Kristallarten ihre besonderen Stabilitätsbedingungen besitzt, kennt man mehrere Paare von Kristallarten, deren eine entweder unter allen Bedingungen oder doch unter Atmo-

sphärendruck bei allen Temperaturen beständiger ist als die andre. So dürfte von den Kristallarten des Kalziumkarbonats der Kalkspat wenigstens unter gewissen Drucken bei allen Temperaturen beständiger sein als Aragonit und Vaterit. Für die beiden Kristallarten des Kohlenstoffs konnte H. E. Boeke aus dem sogenannten Nernst'schen Wärmetheorem den Schluß ziehen, daß jedenfalls unter gewöhnlichem Druck der Graphit bei allen Temperaturen beständiger ist als Diamant. Falls trotzdem die instabile Art bei Atmosphärendruck zu entstehen vermag, dann entspricht das der W. Ostwald'schen „Stufenregel“, nach der beim Verschwinden eines Zustandes zunächst nicht der stabilste Zustand, sondern ein stabilerer und erst später der stabilste eintritt. Die mit diesem Umwege verbundene Verzögerung kann nach Sekunden, aber auch nach Jahrtausenden zählen. Wärmezufuhr beschleunigt dann diese Zustandsänderungen oder Umwandlungen; so geht mit merklicher Geschwindigkeit der instabile Aragonit bei etwa $+400^{\circ}$ in Kalkspat über, der instabile Diamant bei etwa $+3000^{\circ}$ in Graphit. Diese Temperaturen sind also keine Umwandlungstemperaturen! Sie sind nur Repräsentanten eines Temperaturbereiches, in welchem infolge erhöhter Wärmebewegung die Umwandlungsgeschwindigkeit zu merklicher Größe ansteigt, während sie bei tieferen Temperaturen praktisch, nicht aber wirklich gleich Null ist. Solche Umwandlungen sind „monotrop“ statt „enantiotrop“, d. h. irreversibel statt reversibel.

Die bei Temperaturerhöhung aus der instabilen Kristallart entstandene stabile verwandelt sich naturgemäß bei sinkender Temperatur nicht in jene zurück. Dieses Verhalten beruht auf folgendem: Die Dampfspannungskurven α und β der beiden Kristallarten werden von der Dampfspannungskurve σ der Schmelze in zwei Punkten geschnitten, welche zwei niedrigere Temperaturen t_a und t_b darstellen, als die Temperatur t_u des Schnittpunktes von α und β (W. Ostwald). Bei einer Änderung des Außendruckes aber verschieben und deformieren sich bekanntlich die Dampfspannungskurven α , β , σ . Daher besteht die Möglichkeit, daß bei gewissen Außendrucke t_a und t_b größer werden als t_u ; in solchen Fällen läßt sich offenbar t_u und somit eine umkehrbare Umwandlung realisieren. Bleiben aber bei allen Drucken die Temperaturen t_a und t_b kleiner als t_u , dann ist eine der beiden Kristallarten absolut instabil, d. h. unter allen Bedingungen unbeständig.

Schließlich ist es noch denkbar, daß bei gewissen Außendrucke die Kurven α und β von der Kurve σ in je zwei Punkten derart geschnitten werden, daß t_a und $t_b < t_u$, aber t'_a und $t'_b > t_u$ sind. Dann erfolgt bei andauernder Wärmezufuhr zunächst Umwandlung der instabilen β -Art in die stabile α -Art, hierauf Schmelzen der α -Art und endlich Kristallisieren der nun stabil gewordenen β -Art aus der instabil werdenden Schmelze (G. Tammann).

VIII.

Das von M. v. Laue 1912 entdeckte Verfahren der Kristallröntgenometrie gestattet die Anordnung der Atome in Kristallen festzustellen. Nachdem mit dieser Methode W. H. Bragg und W. L. Bragg (1914) die Struktur der Diamantkristalle und P. Debye und P. Scherrer (1917) diejenige der Graphitkristalle ermittelt haben, wissen wir, daß die verschiedenen Kristallarten einer chemischen Substanz verschiedene kristalline Aggregatzustände derselben bedeuten. Ebenso hat L. Vegard (1917) festgestellt, daß sich Rutil und Anatas, zwei Kristallarten des Titandioxyds, durch ihre Atomanordnung in bestimmter Weise unterscheiden.

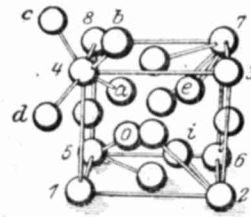


Fig. 1. Modell der Struktur des Diamant (Kohlenstoff, regulär). Die Figur zeigt die wirklichen Atom-Abstände in 50 millionenfacher Vergrößerung.

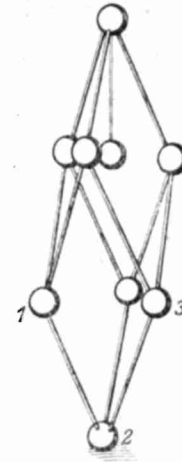


Fig. 2. Modell der Struktur des Graphit (Kohlenstoff, rhomboedrisch). Die Figur zeigt die wirklichen Atom-Abstände in 50 millionenfacher Vergrößerung.

Die Fig. 1 zeigt ein aus Korkkugeln und Stricknadeln angefertigtes Modell der Atomanordnung oder „Struktur“ des Diamanten. Jede Kugel repräsentiert ein Kohlenstoffatom; die wirklichen Atomabstände sind in dieser Figur (ebenso wie in den drei folgenden) 50millionenfach vergrößert. Die Distanz der Atome Nr. 1 und 2, 2 und 3, 3 und 4 usw. beträgt $3,56 \times 10^{-8}$ cm. Die Atome 1, 2, 3, 4 . . . bilden die Ecken eines Würfels, in dessen Innerem sich weitere vier Atome befinden, und überdies sitzt im Zentrum jeder Würfelfläche ein Atom. Das

ganze Modell ist natürlich nur ein winziger Ausschnitt, nämlich weniger als der zehntillionste Teil eines Kubikmillimeters Diamant; trotzdem genügt es, um die Atomanordnung eines beliebig großen Diamantkristalles zu kennzeichnen. Verbindet man nämlich in unserm Modell je zwei Atome, zwischen denen kein weiteres Atom liegt, durch eine Gerade, verlängert diese und besetzt sie derart mit Kohlenstoffatomen, daß alle aufeinanderfolgenden Atome immer wieder die gleiche Entfernung haben wie jene beiden, so erhält man die Struktur eines beliebig großen Diamantkristalles. Wie man an der linken, oberen vorderen Ecke des Modells sieht, ist jedes C-Atom von vier benachbarten so umstellt wie der Schwerpunkt eines regelmäßigen Tetraeders von dessen Ecken.

Die Fig. 2 veranschaulicht in gleichem Maßstab die Atomanordnung der andern Kristallart des Kohlenstoffs, nämlich des *Graphit*. Der Abstand der Atome Nr. 1 und 2 beträgt 3.70×10^{-8} cm, der Winkel 1, 2, 3 ist gleich $39^\circ 45'$. Die Graphitstruktur geht oberhalb 3000° C. aus der Diamantstruktur hervor, indem das Atomgerüst des Diamanten (Fig. 1) eine Dehnung parallel einer der vier Raumdiagonalen des Würfels von Fig. 1 erfährt; durch diese Dehnung werden alle

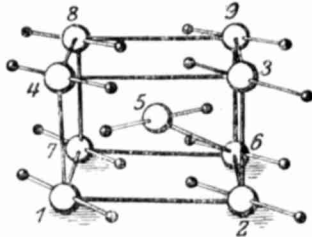


Fig. 3. Modell der Struktur des *Rutil* (TiO_2 , Tetragonal). \circ = Ti-Atome, \bullet = O-Atome. Die Figur zeigt die wirklichen Atom-Abstände in 50 millionenfacher Vergrößerung.

parallel jener Diagonale liegenden Atomabstände um 66% vergrößert. Die Strukturen der beiden Kristallarten des Kohlenstoffs stehen also in sehr enger Beziehung zueinander; diese Verwandtschaft kann man auch an den Figuren 1 und 2 erkennen, wenn man die Diamantfigur (1) in der Zeichenebene soweit dreht, daß eine der vier Würfeldiagonalen vertikal verläuft. Da jene starke Längsdilatation von keiner merklichen Querkontraktion begleitet ist, so muß sie eine erhebliche Verringerung des spezifischen Gewichtes 3,527 des Diamanten zur Folge haben. Aus dem genannten Betrage dieser Dilatation berechnet sich die Dichte des hierbei entstehenden Graphit zu 2,12, was mit seinem pyknometrisch bestimmten spezifischen Gewicht tatsächlich sehr nahe übereinstimmt.

Fig. 3 stellt die Struktur des *Rutils* (TiO_2) und Fig. 4 diejenige des *Anatas* (TiO_2) dar; man erkennt den Strukturunterschied dieser beiden Kristallarten des Titandioxyds umso deutlicher

als auch diese beiden Figuren in gleichem Maßstab gehalten sind (50 Millionen : Eins). Die großen hellen Kugeln bedeuten die Ti-Atome, die kleinen dunklen die O-Atome. In Fig. 3 (*Rutil*) bilden die 8 Titanatome Nr. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 die Ecken eines flachen Quaders von quadratischer Grundfläche; im Schwerpunkt dieser Anordnung befindet sich noch ein weiteres Titanatom, Nr. 5. Der Abstand 1—2 beträgt $4,52 \times 10^{-8}$ cm, die Distanz 2—3 nur $2,92 \times 10^{-8}$ cm. Jedes Ti-Atom ist entsprechend der chemischen Formel $\text{O} = \text{Ti} = \text{O}$ von zwei Sauerstoffatomen so umgeben, daß alle drei in einer (horizontalen) Geraden liegen; der Abstand der beiden O-Atome vom zentralen Ti-Atom mißt $1,99 \times 10^{-8}$ cm, der Längsdurchmesser der Molekel $\text{O} = \text{Ti} = \text{O}$ also $3,98 \times 10^{-8}$ cm.

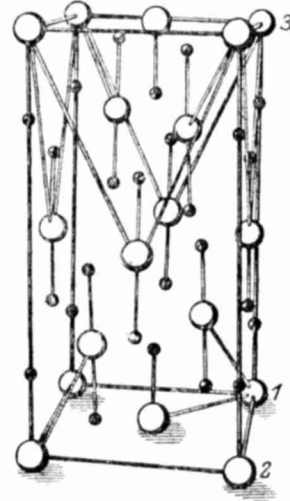


Fig. 4. Modell der Struktur des *Anatas* (TiO_2 , Tetragonal). \circ = Ti-Atome, \bullet = O-Atome. Die Figur zeigt die wirklichen Atom-Abstände in 50 millionenfacher Vergrößerung.

Im *Anatas* (Fig. 4) ist der Abstand der Ti-Atome Nr. 1 und 2 gleich $5,27 \times 10^{-8}$ cm, derjenige der Ti-Atome Nr. 1 und 3 dagegen $9,37 \times 10^{-8}$ cm. Auch hier bilden wieder 8 Titanatome die Ecken eines Quaders von quadratischer Basis, der Quader ist aber nicht flach wie beim *Rutil*, sondern lang gestreckt; außerdem trägt jede seiner 6 Flächen im Zentrum ein weiteres Ti-Atom, während vier andre Ti-Atome im Innern jenes Gebildes liegen. Auch ist im *Anatas* jedes Ti-Atom von zwei Sauerstoffatomen so flankiert, daß alle drei in einer Geraden liegen, doch ist diese Gerade nicht wie beim *Rutil* horizontal orientiert, sondern vertikal. Der Abstand $\text{Ti} = \text{O}$ beträgt $1,95 \times 10^{-8}$ cm.

In beiden Kristallarten des Titandioxyds scheint also eine und dieselbe Molekel $\text{O} = \text{Ti} = \text{O}$ mit genau oder sehr nahezu konstanten Atomabständen (2×10^{-8} cm) aufzutreten! —

Nach einer im Jahre 1913 von G. Tamman aufgestellten Theorie muß, wenn zwei Kristall-

arten aus einer und derselben Molekel aufgebaut sind, die eine derselben *unter allen Bedingungen* stabiler sein als die andre. In der Tat könnte das für Rutil gegenüber Anatas zutreffen, denn letzterer geht vor dem Luftgebläse in ein regelloses Aggregat winziger Kriställchen über, welche Rutil zu sein scheinen und sich bei Abkühlung *nicht* in Anatas zurückverwandeln. —

IX.

Zum Schluß vergleichen wir *Kristallmutation* und *Organismenmutation* und kommen hierbei zu folgenden sechs Ergebnissen:

1. Die durch Mutation aus einer Kristallart entstandene andere Art hat prozentual die gleiche chemische Zusammensetzung wie jene, ist aber physikalisch und meist auch morphologisch völlig von ihr verschieden. Die durch Mutation aus einer Organismenart entstandene andre Art ist jener chemisch anscheinend gleich und im übrigen sehr ähnlich; beide werden in die gleiche Gattung gestellt.

2. Mutation einer Kristallart vollzieht sich beim Passieren bestimmter Temperaturen und bestimmter Drucke, so daß bei bestimmten Wertepaaren von Druck und Temperatur beide Kristallarten nebeneinander beständig sind. Beim Passieren von Druck oder Temperatur in entgegengesetzter Richtung vollzieht sich Rückumwandlung. Ein biologisches Analogon ist nicht bekannt.

3. Drei Kristallarten einer Substanz können bei einer einzigen Temperatur und einem einzigen Druck nebeneinander beständig sein. Ein biologisches Analogon ist nicht bekannt.

4. Die Bedingungen einer Kristallmutation (Druck und Temperatur) können zu jeder beliebigen Zeit künstlich hergestellt werden. Ob die fraglichen Bedingungen einer Organismenmutation zu jeder Zeit hergestellt werden können, ist nicht bekannt.

5. Bei der Kristallmutation wird Wärme entweder abgegeben oder verbraucht. Ein biologisches Analogon ist nicht bekannt.

6. Bei der Kristallmutation geht jedes Individuum einer Kristallart mit seiner ganzen Masse entweder in mehrere Individuen oder in ein einziges der andern Art über. Bei der Organismenmutation gehen einige (?) oder alle (?) Eizellen einiger Individuen einer Art in je ein Individuum einer andern Art über.

Die Punkte 4 und 6 scheinen von besonderer Bedeutung zu sein.

Mehrere von G. Tammann entdeckte Eisarten sind *nur* bei Drucken oberhalb 3000 Atmosphären beständig, also an ganz andre Daseinsbedingungen gebunden als die irdischen Pflanzen und Tiere. Solche Kristallarten muten uns an wie Teile fremder Welten; aber wir können ihre Existenzbedingungen künstlich hervorrufen und dadurch sie selbst in den Bereich der Beobachtung und Messung ziehen.

Besprechungen.

Niklas, H., *Bayerns Bodenbewirtschaftung, unter Berücksichtigung der geologischen und klimatischen Verhältnisse*. Herausgegeben vom K. statistischen Landesamt. München, J. Lindauersche Universitätsbuchhandlung, 1918. 15 S. und 17 Tafeln. Preis M. 6,—, für Behörden M. 4,—.

Der Verfasser der mit großem Arbeitsaufwand und auch nicht geringen Kosten fertig gestellten Arbeit beabsichtigte mit ihr, eine möglichst klare Übersicht von Bayerns Bodenproduktion zu geben, und das bedeutende Zahlenmaterial, das hierüber vorliegt, lebendig und anschaulich zu gestalten. Dabei schwebte ihm der Wunsch vor, den mit der Verteilung der Lebensmittel betrauten Behörden und Organisationen während und auch nach dem Kriege gute Dienste zu leisten. Das war der eine Zweck der großen Mühe und des vielen Fleißes, den die Fertigstellung dieses Werkes verfolgte.

So wenig es Freude machen kann, wesentlich negative Kritik üben zu müssen, so kann der Berichterstatter doch nicht glauben, daß durch das vorliegende Werk für unsere Lebensmittelerfassung und -Verteilung irgendwelcher Nutzen geschaffen werden kann. Das liegt nicht an dem Verfasser der hier besprochenen Schrift, sondern an der Unzuverlässigkeit der von ihm benutzten Grundlagen.

Benutzt ist von ihm die amtliche Statistik, die auf den durch die Gemeindebehörden vermittelten Erhebungen über den Umfang der Anbaufläche beruht, und auf Berichterstattung von 434 Saatenstands- und Ernteberichtsbezirken über die Ernte.

Wer, wie der Schreiber dieser Zeilen, weiß, daß unsere amtliche Statistik über die Ernten Deutschlands zum Beispiel auf dem Gebiet der Kartoffelernte völlig versagt hat, wie von bestunterrichteter Stelle ausgesprochen worden ist; wer außerdem weiß, mit welcher Geringeätzung zumeist in der unterrichteten Praxis solche amtlichen Ernteschätzungen betrachtet wurden, da man eben wußte, wie wenig sicher sie sein konnten; wer endlich weiß, wie die jetzt mit viel größerer Sorgfalt vorgenommenen Schätzungen noch ständig eine dauernde Quelle von Schwierigkeiten für unsere Verteilungsbehörden, eben ihrer Unzuverlässigkeit halber, sind, der wird auch der sonst gewiß sehr lehrreichen Ausmünzung solcher statistischen Zahlen durch Kartenbilder wenig Brauchbarkeit für unsere Lebensmittelbehörden zuschreiben.

Eine Besonderheit fällt übrigens noch außerdem auf. Es heißt in den Erläuterungen: „Um den Stand der Friedenswirtschaft zum Ausdruck zu bringen, wurde für die Ernte das Jahr 1913, für den Anbau das Jahr 1914 gewählt.“ Weshalb nicht Anbau und Ernte desselben Jahres gewählt wurde, ist mir nicht recht erklärlich, weil so ein Vergleich der Anbau- mit der Erntezahl ausgeschlossen erscheint, und dadurch ein gewiß häufig beabsichtigter Vergleich von Anbau und Ernte, da die Wahl zweier verschiedener Jahre leicht übersehen werden dürfte, zu irrigen Schlüssen führen muß. Wenn im Text gesagt wird: „Aus den Karten kann die Beziehung zwischen Anbau und Ernte bis ins einzelne verfolgt werden.“ so wird dadurch solchem Irrtum in der Verwendungsmöglichkeit der Tafeln wohl noch unbewußterweise Vorschub geleistet.

Als zweite Aufgabe hatte der Verfasser für sein Werk die grundlegende Förderung der bayerischen und auch deutschen Bodenproduktion im Auge. Hierfür sollten die wichtigsten Zusammenhänge, die zwischen Anbau und Ernte einerseits und den bedeutsamsten Produktionsfaktoren Klima und Boden andererseits be-

stehen, ertaf't werden. Hieran haben die Kriegsverhältnisse zuvörderst gehindert.

Es unterliegt keiner Frage, daß die einwandfreie Verwirklichung der Aufgabe, Boden und Klima einerseits, Anbau und Ernte andererseits in Beziehung zu setzen, für die Beurteilung der zweckmäßigen Förderung landwirtschaftlicher Produktion von großer Bedeutung sein muß. Aber auch hier wird zunächst die Unzulänglichkeit der vorhandenen Unterlagen solche Verwirklichung nur dort zulassen, wo der Bearbeiter durch eigene, eingehende Kenntnis eines bestimmten, kleineren Bezirkes das vorhandene, statistische und sonstige Material zu prüfen und zu sichten vermag. Für das ganze Königreich Bayern wird aber kaum ein Mensch in der Lage sein, eine derartige kritische Verwertung der Zahlen auch nur annähernd zu ermöglichen. Das mag nur für einen Kreis oder wenig größere Gebiete möglich sein, und nur auf Grund genauer, durch langjährige Erfahrung begründeter Kenntnis der landwirtschaftlichen, klimatischen und sonstigen Verhältnisse.

Aber selbst dann ist es natürlich ausgeschlossen, aus den Ernten eines einzelnen Jahres und aus dem Anbau eines zweiten einzelnen Jahres mit Erfolg Schlüsse zu ziehen, die für die Beurteilung der heimischen Bodenproduktion bedeutungsvoll sein sollen. Dazu gehörte wohl mindestens die Verwendung der Erträge eines Jahrünftts, wenn nicht längerer Zeit, und ebenso der entsprechenden Anbauwerte; diese müßten außerdem noch im einzelnen auf ihre Brauchbarkeit für den beabsichtigten Zweck geprüft und beurteilt werden.

Es würde zu weit führen, noch mehr zu sagen. Wenn der Verfasser des vorliegenden Werkes trotz des aufgewendeten Fleißes und der in mancher Hinsicht richtigen Gedanken, die er verfolgt, hier kaum erfolgreich gearbeitet haben dürfte, so beruht das wohl auf einer etwas geringeren Erkenntnis des Wertes, den landwirtschaftliche Statistik zurzeit zumeist überhaupt besitzen kann, wo nicht einfache Zählung, wie beim Viehbestand, oder Benutzung feststehender Werte, bei der Größe der landwirtschaftlichen Betriebe nach Hektar und dergleichen, möglich ist. Wenn er sogar wünscht, daß nicht nur die Ernte, sondern sogar das verfrachtete Getreide, die Aussaat, und dergleichen in absoluten Zahlen festgestellt werden möge, und dadurch die bisherige Schätzung zu ersetzen sei, so verkennt er doch wohl die Leistungsfähigkeit unseres landwirtschaftlichen Besitzstandes für statistische Zwecke. Das mag bei großen Gutsverwaltungen annähernd zu erzielen sein; wie es aber bei dem für unsere ländliche Produktion ungleich wichtigeren Mittel- und Kleinbesitz erreicht werden soll, ohne daß es doch wieder, nur dann gegen die Vorschrift, zu ganz oberflächlichen Schätzungen kommt, das würde erst noch anzugehen sein. Man denke auch an die Abneigung weiter Kreise auf dem Lande gegen die Angabe von Zahlen über Ernte, Aussaat, Verfütterung und so weiter, die früher schon aus Furcht vor dem Steuerheber bestand, und jetzt und nach dem Kriege aus verschiedenen Gründen sicherlich nicht geringer geworden ist!

Möge der auf bodenkundlich-landwirtschaftlichem Gebiet verdienstvolle Verfasser des hier besprochenen Werkes bedenken, daß auf dem Gebiete der Statistik überhaupt, noch mehr aber auf dem der landwirtschaftlichen, nur scharfe, kritische Sichtung der vorhandenen Angaben zu verwertbaren Ergebnissen führen kann. Eine Aufgabe, zu der in Kriegszeiten natürlich in der Regel die Grundbedingungen fehlen.

Paul Ehrenberg, Göttingen.

Köppen, W., Wind und Wetter in den europäischen Gewässern. Berlin, Mittler & Sohn, 1917. 58 S., 15 Tafeln und 22 Textbilder. Preis M. 3.—

Das vorliegende Büchlein wendet sich zwar an einen speziellen Leserkreis, unsere Marine, der ein kurzer Ratgeber zur Beurteilung der Wetterlage in ihren Arbeitsgebieten gegeben werden sollte, ist aber von so allgemeinem Wert, daß sich auch weitere Kreise dafür interessieren dürften. Insbesondere enthält der erste Teil eine didaktisch sehr wertvolle, gedrängte Darstellung der *Grundlagen der Wettervorhersage*. Im zweiten Teile wird das Wetter in den einzelnen Gebieten besprochen; hier sind in ähnlich konzentrierter Form die wichtigsten *klimatologischen* Tatsachen zusammengetragen.

A. Schmauß, München.

Zoologische Mitteilungen.

Über künstliche Aufhebung des Spinnens der Arthropoden handelt ein Aufsatz von J. Dewitz im *Zoologischen Anzeiger*, Bd. 50, Nr. 1. Aus verschiedenen Angaben scheint hervorzugehen, daß Feuchtigkeit der Umgebung hindernd auf die Spinnfähigkeit der Arthropoden wirkt. Um zu entscheiden, ob man eine solche Annahme durch den direkten Versuch stützen kann, stellte Dewitz die folgenden Beobachtungen an: Er legte den Raupenkörper des Kohlweißlings (*Pieris brassicae*) mit den soeben hervorgekommenen Larven der Schlupfwespe *Microgaster glomeratus* auf vollständig genähte Leinwand, die sich in einem kleinen Behälter befand, und deckte die Larven mit einem Stückchen ebensolcher Leinwand zu. Unter diesen Bedingungen vermochten die Larven mehrere Tage zu leben. Sie spannen aber nicht, was sie unter normalen Verhältnissen sofort nach dem Herauskommen aus dem Raupenkörper tun. Hielt Dewitz verschiedene Raupenarten in einem verschlossenen Blechkasten, dessen Boden mit wassergesättigter Erde bedeckt war, so konnte es geschehen, daß die zur Verwandlung schreitende Raupe keinen Kokon machte, sich aber dennoch verpuppte. Man erhielt dann nackte Puppen. Ebenso verhielten sich die Raupen der zweiten Generation von *Conchylis ambiguella* der Rebe, die sogenannten Sauerwürmer, wenn man sie sich in einem mit Wasser getränkten Korkpulver verwandeln ließ. Sie bildeten zwar eine Puppe, aber keinen Kokon. Ferner wurde eine Kreuzspinne zum Versuch herangezogen. Diese umhüllt ihre Eier mit einer Seidenhülle und bildet eine Art Kokon, in dem die Eier liegen und den sie irgendwo befestigt. Es wurden nun die Wände und der Boden sowie die Innenseite des Deckels einer kleinen Glasbüchse mit Lagen von wassergesättigtem Fließpapier bedeckt. Die in der Büchse befindliche Spinne spannte einige sehr dicke Stränge und schließlich etwas Seide, die die Papierwand ein wenig herabreichte, und an der entsprechenden Stelle des Bodens entledigte sie sich ihrer Eier, die unbedeckt blieben. Dagegen bespannen in einem ähnlich hergerichteten Einmachglase die Raupen von *Pieris brassicae* und *rapi* die nasse Papierfläche und befestigten an diesem Gespinnst mit einem Faden ihren Körper. Nach diesen Versuchen scheinen die meisten spinnenden Arthropoden in einer wassergesättigten Atmosphäre das Spinnen zu unterlassen. Die Versuche zeigen aber andererseits, daß gewisse Arten auch unter solchen Verhältnissen spinnen.

Die vegetative Fortpflanzung von *Amoeba proteus* Pall war Gegenstand von Untersuchungen F. Dofleins, die schon vor 20 Jahren begannen und deren Ergeb-

nisse jetzt im *Zoologischen Anzeiger*, Bd. 49, Nr. 10 mitgeteilt werden. Es gelang *Doflein*, eine Methode auffindig zu machen, mit deren Hilfe man *Amoeba proteus* in großen Mengen und lange Zeit hindurch züchten kann. In Uhrgläsern setzt man einzelne Amöben in reines Tümpelwasser ein, dem man Algen, Diatomeen oder grüne Flagellaten zusetzt. Dieses reine Wasser nebst den assimilierenden Organismen muß alle paar Tage ergänzt werden. Die Amöben selbst werden alle zwei Tage aus einer möglichst reinen Kultur von *Paramecium* mit sehr zahlreichen dieser Infusorien gefüttert. Solche Kulturen konnte *Doflein* bei regelmäßiger Überpflanzung in neue Schalen bis zu 8 Monaten in blühender Fortpflanzung erhalten. Er hatte gleichzeitig viele Tausende der schönen großen Amöben in den Kulturschalen beieinander. — Die Kernteilung verläuft während eines abgekugelten Zustandes der Tiere. Die Teilungskugeln sind Ruhezustände, in denen der Amöbenkörper keine Bewegungen ausführt; er kühlt dann nicht an der Unterlage fest, sondern rollt leicht auf der Unterlage hin und her. Die Abkuglung ist wohl auf Gesetzmäßigkeiten der Oberflächen- spannung zurückzuführen, deren Änderung wahrscheinlich durch Wechselbeziehungen zwischen Kern und Protoplasma ausgelöst wird. Die Kernteilung ist eine typische mitotische Teilung, bei der sich chromosomentretenden, gefaserten Spindel unterscheiden lassen. In den Teilungskugeln teilt sich in der Regel der Kern nicht nur einmal, sondern mindestens zweimal. *Doflein* hat Kugeln mit 1, 2, 3, 4, 6 und 8 Kernen gefunden. Aus solchen Teilungskugeln gehen meist mehrere Amöben hervor. Die häufigste Form sind vierkernige Kugeln, die 4 kleine Amöben liefern. Dabei erfolgt meist zuerst eine Teilung in zwei zweikernige Individuen, die dann sich wieder teilen. So kommt es, daß man in lebhaft sich vermehrenden Kulturen nicht selten bewegliche zweikernige Amöben findet; ja es kommen auch solche mit 4 Kernen vor. Die Spindelbildung und die Körperteilung oft recht lange. *Doflein* beobachtete große Amöben 1—4 Tage im Kugelzustand, ehe sie in die Tochtertiere zerfielen. Außer der multiplen Vermehrung im Ruhezustand, aber nicht in einer Zyste, kommen möglicherweise noch andere Vermehrungsweisen bei *Amoeba proteus* vor.

Die übliche Auffassung des Fliegens der Käfer wird von *R. Demoll* im *Zoologischen Anzeiger*, Bd. 49, Nr. 10 als eine zoologische Irrlehre nachgewiesen. Allgemein wird angenommen, daß nur die Hinterflügel zum Fluge dienen, während die Vorderflügel als Schutzwerkzeuge und Gleichgewichtsorgane Verwendung finden. Dies entspricht nicht den Tatsachen. Die Flügeldecken oder Elytren beteiligen sich am Fluge in derselben Weise wie die häutigen Flügel. Ihre Schlagzahl scheint dieselbe zu sein, ihre Amplitude ist geringer. Denn die Elytren schlagen nicht von oben bis unten, sondern nur von oben bis etwa zur Horizontalen. Man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man einen Mäusenkäfer gegen das Fenster fliegen läßt. Die durchscheinenden Elytren dieser Tiere lassen dann den Umfang des Flügelschlages erkennen. Bringt man die Käfer dazu, in der Ecke zwischen Fensterscheibe und Rahmen sich zum Fluge anzuschicken, so kann man, da es den Tieren nicht gelingt abzufliegen, die Bewegung der Flügeldecken beim Flug auf der Stelle beobachten. Noch einfacher ist es, das Tier an seinem Hinterleibsende mit einer Pinzette frei in die Luft zu halten.

Vorstudien zu biologischen Beobachtungen am Zwergwels (*Amlurus nebulosus* Les.) veröffentlicht *E. Schiehe* im *Zoologischen Anzeiger*, Bd. 49, Nr. 11/13. Der Zwergwels ist ein Bewohner der amerikanischen Teiche und Seen und findet die besten Lebensbedingungen in einem Wohngebiet mit klarem Wasser und weichem oder sandigem, mit faulenden Pflanzenresten bedeckten Grunde. Er verhält sich tagsüber ruhig und geht nachts seiner Nahrung nach, die sich aus tierischem und pflanzlichem Material zusammensetzt. Regelmäßig bringt er den Winter im Schlamm eingegraben zu. *Schiehe* hielt den Fisch lange Zeit in Aquarien, in denen er die Bedingungen seiner natürlichen Umgebung nachzuahmen suchte. Das Benehmen der Tiere in solchen Aquarien steht mit den Nachrichten über das freilebende Tier in Einklang. Es ergab sich, daß der Zwergwels auch außerhalb der Brutzeit an irgendeiner Stelle seines Wohnkreises ein Standquartier hat, von dem aus er seine Streifzüge unternimmt und zu dem er stets wieder zurückkehrt. Diese „Wohnung“ besteht im einfachsten Fall aus einer flachen, etwa kreisrunden Grube, die von einem Tier oder auch von mehreren zusammen angelegt wird. Der Ort der Wohngrube muß gegen direktes Licht geschützt sein, möglichst tief am Boden liegen und in seiner unmittelbaren Umgebung feste Gegenstände, z. B. Pflanzenbüschel aufweisen, die ein in der Grube liegender Fisch mit irgendeinem Teil seiner Körperoberfläche berühren kann. Die Grube, die durch Wendungen des Fischkörpers und Flossenbewegungen hergestellt wird, ist kreisrund und höchstens 2 cm tief. In ihrem Innern tritt der feste Bodengrund zutage; Fremdkörper sind hinausbefördert und bewirken mit dem hinausgeschleuderten Sand, daß der Rand der Grube etwas höher liegt als der umgebende Aquariumgrund. — *Schiehe* stellte an den Zwergwelsen Versuche über Photorezeption, Chemorezeption, Tangorezeption und Thigmotaxis an. Bereits die Beobachtung der Tiere im Wohnaquarium machte es wahrscheinlich, daß sie auf Lichtreize im allgemeinen negativ antworten würden, und die Versuche über ihre Reaktion auf Licht und Schatten bestätigten das durchaus. In einem Versuchsfeld mit einer beleuchteten und einer verdunkelten Hälfte bei durchfallendem Licht begibt sich der Zwergwels nach einer kürzeren oder längeren Weile unruhigen Umherschwimmens endgültig nach der Schattenfläche, wo er zur Ruhe kommt. Gleichzeitig läßt sich durch diesen Versuch eine zweite Lichtreaktion feststellen, nämlich eine deutliche Orientierung zum Lichteinfall. Die Tiere stellen sich stets so ein, daß ihr Körper sich vollständig in der Schattenfläche befindet und der Kopf dem beleuchteten Teil des Aquariums zugewendet ist. — Von besonderer Wichtigkeit sind die thigmotaktischen Eigenschaften des Zwergwelses. Bekanntlich zeigen viele Tiere bestimmte Reaktionen, wenn sie mit festen Körpern ihrer Umgebung in Berührung kommen. Sie bringen entweder ihren Körper in möglichst enge Fühlung damit (positive Thigmotaxis), oder sie entziehen sich einer solchen Berührung (negative Thigmotaxis). Diese biologisch bedeutungsvolle Eigenschaft besitzt der Zwergwels in stark ausgeprägter Form, und zwar ist er positiv thigmotaktisch. Die Reaktion besteht darin, daß er sich z. B. in Ruhestellung gewöhnlich in eine Ecke des Aquariums legt, indem er mit mehreren Punkten seiner Körperoberfläche seitlich oder nach oben hin die Glaswände, irgendwelche Pflanzenteile, Steine u. a. m. berührt. Bei sonst gleichen Verhältnissen wird von zwei Unterlagen mit verschiedener Oberflächenform die gleichmäßigere gewählt, also Sandboden dem Geröll-

grund und Schlammgrund dem Sandboden vorgezogen. Ferner bewirken schützende Gegenstände der Umgebung häufig thigmotaktische Reaktionen, indem Tiere, die damit in Berührung kommen, das Bestreben haben, sich darunter zu verkriechen oder seitlich eng daran zu schmiegen. Diese Reaktionen sind in hohem Grade zweckmäßig und je nach der Eigentümlichkeit des Wohngebietes von höherem oder geringerem Schutzwert.

Über die künstliche Beeinflussung der Lebensdauer sprach R. Demoll am 21. Januar 1918 im Verein für Naturkunde zu München. (Natur und Kultur, 15. Jahrgang, März-Heft 1918.) Der Vortragende geht von der Erwägung aus, daß die Entwicklung erst mit der Beendigung der Altersveränderungen abschließt. Der Organismus entwickelt sich zu tot. Lebensdauer und Dauer der Entwicklung sind identisch; und die Frage nach der Beeinflussung der Lebensdauer wird so zur Frage nach der Beeinflussungsmöglichkeit des Ablaufs der Entwicklungsvorgänge. Demoll untersucht zunächst, ob eine Verzögerung der Entwicklung unter Beibehaltung der normalen Intensität der vitalen Äußerungen gelingt. Aus dieser Frage wächst eine andere von prinzipieller Bedeutung heraus, nämlich die, ob es möglich ist, die Entwicklungsprozesse zu verlangsamen, ohne die Stoffwechselprozesse zu behindern. Sind die Vorgänge der Entwicklung und die des Stoffwechsels von einander zu trennen oder sind sie bis zu einem gewissen Grade identisch? Entscheiden können wir diese Frage heute noch nicht. Doch ist davor zu warnen, eine Trennbarkeit beider Prozesse ohne weiteres als etwas Unmögliches abzulehnen. Ebenso liegt eine Lebensverlängerung durch Wiederholen einzelner Abschnitte der Entwicklung, als Folge teilweiser Regeneration des Körpers durchaus im Bereiche des Möglichen. Dagegen kann nicht daran gedacht werden, die durchlaufene Entwicklung in der umgekehrten Richtung, also rückwärts, noch einmal durchlaufen zu lassen. — Demoll erörtert auch das Problem, ob es möglich ist, nicht das Einzelwesen, sondern die ganze Art so zu beeinflussen, daß eine länger lebende Rasse entsteht, d. h. also, ob es gelingen mag, die Art nach der hier gewünschten Richtung umzuzüchten. Die Antwort wird davon abhängig zu machen sein, ob der Tod der Gehirnzellen eine ausschließliche Funktion ihrer Tätigkeit ist, so zwar, daß eine gegebene Masse lebender Substanz nur zu einem bestimmt festgelegten, scharf begrenzten Energieumsatz befähigt ist. In diesem Falle wäre es nicht möglich, eine Rasse von der doppelten Lebensdauer zu züchten ohne zugleich die Lebensintensität auf die Hälfte herabzusetzen. Die Tatsachen sprechen aber gegen eine solche Annahme. Durch die Funktion ist dem Lebensalter keine Grenze gesetzt. Es muß daher im Prinzip möglich sein, Arten hinsichtlich ihrer Lebensdauer umzuzüchten. Es wird dies ebenso leicht gelingen, wie es gelang, dem Schwein eine besondere Mastfähigkeit, dem Huhn eine hohe Legefähigkeit oder dem Hund irgend eine gewünschte körperliche oder rein physiologische Eigenschaft anzuzüchten. Natürlich kann diese Umzüchtung nicht auch für den Menschen in Frage kommen, da dieser dem Experiment nicht zugänglich ist.

Totale Rotblindheit der kleinen Stubenfliege (*Homalomyia cunicularis* L.). E. Wasmann machte bei mikrophotographischen Aufnahmen die Beobachtung, daß die kleine Stubenfliege die roten Strahlen der bei Entwicklung der Platten als Lichtquelle benutzten Rubinglasbirne überhaupt nicht als Lichtstrahlen, sondern nur als Wärmestrahlen wahrnimmt, also absolut rotblind ist. Für weißes Licht dagegen besitzt sie eine

relativ hohe optische Empfindlichkeit. (*Biol. Zentralblatt*, Bd. 38, Nr. 3.)

Wie kommt die Spreizung und Schließung der Lamellen des Malkäferfühlers zustande? Diese Frage beantwortet R. Vogel im *Biologischen Zentralblatt*, Bd. 38, Nr. 3 auf Grund eigener Untersuchungen in folgender Weise: Die Spreizung der Fühlerlamellen wird durch Blutflüssigkeit bewirkt, die teils aus der allgemeinen Leibeshöhle in das Fühlerlumen, teils durch das Fühlerblutgefäß in die von ihm entspringenden Lamellengefäße gepreßt wird. Es ist zur Spreizung offenbar ein gesteigerter Blutdruck erforderlich, wie er durch die beschleunigten Atembewegungen vor dem Abflug erzeugt wird. Die Rückkehr des Fühlerfächers zur Blätterkeule erfolgt durch die Elastizität der Gelenkhäute der Lamellen.

Einen „Friedhof“ der Waldameise (*Formica rufa* L.) beschreibt Heinrich Kutter im *Biologischen Zentralblatt*, Bd. 38, Nr. 3. Bei einem kleinen Ausflug im Juni 1917 nach Glattfelden (Kanton Zürich) stieß er längs eines Waldrandes auf der Straße nahe beim Dorfe plötzlich auf ein ungeheures Leichenfeld der Waldameise. Die toten Tiere bedeckten auf einer Strecke von etwa 25 m die Straße in einer Breite von etwa 1.5 m. Viele Tausende von Tieren deckten den Boden beinahe zu. Am meisten fiel die ungeheure Menge von völlig entflügelten toten Königinnen auf, die sich unter den toten Arbeitern befanden. Kutter nahm aufs Geratewohl eine Zündholzschatel voll der Tiere mit und fand darin 50 tote Königinnen mit nur 121 Arbeiterkadavern. Daneben fanden sich noch Fliegen-, Spinnen-, Käferteile usw. Offenbar benutzten die Ameisen einer risigen Kolonie, die sich am Abhang etwa 50 m über der Straße befand, diese als ihren Friedhof und Kehrort. Eine befriedigende Erklärung der ungeheuren Menge toter Königinnen vermag der Beobachter nicht zu geben.

Einen Beitrag zur Kenntnis sozialer Instinkte bei solitären Bienen liefert Karl v. Frisch im *Biologischen Zentralblatt*, Bd. 38, Nr. 5. Gegen Ende des Monats Juli bemerkte er an einem regnerischen Tage auf einer Waldblöße sechs Männchen der solitär lebenden Biengattung *Halictus* dicht zusammengedrängt an einem vertrockneten Blütenstengel der Kompositen *Buphthalmum salicifolium*. Sie rührten sich kaum, doch ab und zu wurde eine von ihnen lebhafter, flog davon, beschrieb auf der Waldblöße einige Kreistouren, geriet wohl auch ganz außer Sicht, kam aber binnen kurzem zurück und setzte sich wieder an den alten Platz zu den übrigen. Eine von ihnen fing der Beobachter. Die anderen wurden gegen Abend immer stiller, und es störte sie auch nicht, als v. Frisch versuchte, sie durch wiederholtes Antippen an den Stengel aufzujagen. Erst ein kräftiger Stoß ließ sie nach allen Seiten auseinanderstieben. Nach 2—3 Minuten kehrte die erste Biene zurück und flog nach einigen kurzen Zickzacktouren genau an den alten Platz, wo sie still sitzen blieb. Nach etwa 5 Minuten kam die zweite und ließ sich an einem Punkte des Stengels nieder, der um einige Zentimeter höher lag als der frühere Versammlungsort. Hier bewegte sie sich unruhig hin und her, flog wieder auf, kehrte zurück und kam nun etwas zu tief an den Stengel. Wieder flog sie auf und fand nun den richtigen Ort, wo sie sich neben die erste Biene setzte, ohne sich mehr zu rühren. Nach kurzer Zeit kamen rasch nach einander zwei weitere Bienen zurück und gesellten sich zu den früheren. Die fünfte sah der Beobachter nicht

wieder. Während der folgenden 3 Tage ging er häufig nach jenem Platze. In den Morgen- und Abendstunden sowie des Nachts konnte er sicher sein, die Bienen an ihrem Halme versammelt zu finden. Bei trüber Witterung blieben sie auch tagsüber sitzen oder beschränkten sich auf kurze Ausflüge. Bei Sonnenschein aber wurden sie lebhafter, flogen auf der Lichtung umher. setzten sich bald da, bald dort auf einen Zweig oder ein Blatt, ruhten aber mit besonderer Vorliebe immer wieder an ihrem alten Plätzchen. Als am vierten Tage der Sonnenschein etwas dauerhafter wurde, flogen sie alle davon und blieben stundenlang unsichtbar, bis sie eine neue Regenwolke wieder zurückführte. — v. Frisch sieht in diesem Verhalten einen gewissen Instinkt der Zusammengehörigkeit und eine Stütze für die Theorie, daß die Gattung *Halictus* ein wichtiges Zwischenglied zwischen solitären und sozialen Bienen bildet.

W. May, Karlsruhe.

Die Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie, die vor allem eine staatliche Organisation zur wissenschaftlichen Untersuchung und Bekämpfung der wirt-

schaftlich schädlichen und krankheitsübertragenden Insekten, und die Förderung der Zucht von Nutzinsekten anstrebt, versammelt sich — zum erstenmal während des Krieges — vom 24. bis 26. September in München (Amalienstraße 52, Forstliche Versuchsanstalt). Eine Reihe von Vorträgen wird die gegenwärtig wichtigsten Fragen der praktischen Insektenkunde, die namentlich im Krieg besondere Bedeutung erlangt hat, behandeln. Ausführlich ferner das seit einem Jahr in Deutschland angewandte, bereits umfassend organisierte Blausäureverfahren, das namentlich im Kampf gegen Mühlenschädlinge, Wanzen und Läuse durchschlagende Erfolge hat; ferner der Gebrauch von Arsenmitteln im Pflanzenschutz, die Bekämpfung von Schnaken und Fliegen, ferner Zuchtfragen und das Thema „Angewandte Entomologie und Schule“. Professor Dr. K. Escherich (München) wird über das in München zu gründende Forschungsinstitut für praktische Insektenkunde und über andere Organisationsziele sprechen. Das Programm der Tagung ist von dem Schriftführer der Gesellschaft, Dr. F. Stellwaag in Neustadt a. d. Hdt. (Rheinpfalz) zu erfahren.

Berichte gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien.

20. Juni. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Das w. M. R. Wegscheider legt folgende Abhandlung aus dem Chemischen Laboratorium der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien vor: *Zur Kenntnis des Allylalkohols*, von Dr. Milan Josef Stritar. Allylalkohol addiert quantitativ Brom; beim Bromieren verdünnter wässriger Lösungen wird nahezu die Hälfte des angelagerten Broms sofort als Bromwasserstoff abgespalten; der Austausch der zweiten Hälfte gegen Hydroxyl vollzieht sich in saurer Lösung unvollständig und unter Bildung von etwas Akrolein. Mit überschüssiger Laugelösung erhält man 97 % der Theorie an Glycerin.

Das k. M. Kustos Anton Handlirsch überreicht eine Arbeit: *Revision der paläozoischen Insekten I*. Der Verfasser unterwirft alle seit dem Erscheinen seines Handbuchs (1908) bekannt gewordenen paläozoischen Insektenformen mit Ausnahme der Blattarien einer kritischen Bearbeitung und versucht es, sie in sein System einzufügen.

4. Juli. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse.

Mitteilungen aus der Biologischen Versuchsanstalt der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien (Zoologische Abteilung, Vorstand: H. Przibram): Nr. 27. *Tierische Regeneration als Wachstumsbeschleunigung*, von Prof. Hans Przibram. Die Zunahmsquotienten von Regeneraten bei 20 Tierarten in 70 Versuchsreihen, welche sich auf alle bisher in der Literatur auffindbaren quantitativen Werte für tierische Regeneration beziehen, zeigten ebenso wie bei den eigenen Versuchen früher, daß die anfänglich großen Quotienten immer mehr und mehr mit dem Fortschreiten der Regeneration abnehmen, somit die tierische Regeneration in ihrem Verlaufe allgemein mit einem Stoff- oder Energiestrome bei plötzlich eingetretener Gefäßserhöhung übereinstimmt.

Nr. 28. *Fangbeine als Regenerate* (zugleich: Aufzucht der Gottesanbeterinnen, IX. Mitteilung und Homoeosis bei Arthropoden, V. Mitteilung), von Hans Przibram. Die Fangbeine der Mantiden können regeneriert werden. Infolge der Abwesenheit der Autotomie lassen diese Vorderbeine eine willkürliche Abkürzung der Wundflächen zu, wodurch die Entstehung von Bruch-Mehrfachbildungen auf regenerativem Wege

nachgewiesen werden konnte. Das Mantiden-Fangbein trat ferner an Stelle des Fühlers bei *Sphodromantis* auf, nachdem an ältesten Larven oder Nymphen der Fühlerschaft durchschnitten worden war. Zusammenhang zwischen Regenerationsfähigkeit und Verlustwahrscheinlichkeit besteht nicht.

Nr. 29. *Fußglieder an Käferfühlern* (zugleich: Homoeosis bei Arthropoden, V. Mitteilung), von Hans Przibram. Im Freien gesammelte Käfer mit Fühlermonostrotäten tragen in zwei Fällen neben dem abgelenkten, normalen Fühlerende einen abnormen Ast, der Fußcharaktere aufweist. Da der Einfluß des Beinsegmentgelenkes aus einem nicht unmittelbar an das Fühlersegment grenzenden Körperabschnitt durch den normalen noch einfachen Teil des Fühlers hindurch wirken müßte, um zum herkömmlichen Ast zu gelangen, so wird Nervenbeeinflussung abgelehnt und eine zweifache Potenz jedes Arthropodenanhangs angenommen.

Nr. 30. *Regeneration beim Hautflügler *Cimex acillaris* Panz* (zugleich: Homoeosis bei Arthropoden, VI. Mitteilung), von Hans Przibram. Bei Absengung des Fühlers ohne Einstich tritt an Stelle des beschädigten Larvenfühlers ein typischer Fühler an Nymphe und Imago auf. Bei tieferer Verletzung kommt es zur Ausbildung von Fußcharakteren an der Endkeule. Der lange bekannte Naturfund mit klauenartigem Fühler ist nicht auf Mutation, sondern auf Regeneration zurückzuführen. Die gradweise Zunahme der Umbildung eines Fühlerendes zu einem Fußende mit zunehmender Verwundung bestätigt den direkten Übergang der Teile der Larven in die entsprechenden des Imaginalfühlers.

Nr. 31. *Ursachen tierischer Farbkleidung. I. Versuche an Extrakten*, von Hans Przibram und Leonore Brecher. Blaue Strahlen hemmen zunächst die Wirksamkeit der Tyrosinase im Vergleiche zur Dunkelheit, gelbe befördern sie; bei längerer Einwirkung auf die Tyrosinase kehrt sich dieses Verhältnis um. Bei einer Vorwärmung der Tyrosinase auf 40° C. wird in Tyrosinproben die Farbe von violett-schwarz gegen rot abgeschwächt. Die hemmende Wirkung der blauen Strahlen dürfte auf Erhöhung der Alkaleszenz, die befördernde der gelben auf Erhöhung der Azidität beruhen.

Nr. 32. *Ursachen tierischer Farbkleidung. II. Theorie*, von Hans Przibram. Die Anpassung der Tierfärbung an die Farben der Umgebung geschieht durch lichtempfindliche Fermente und lichtempfindliche Chromogene. Die durch extreme Temperaturgrade

hervorgerufenen Aberrationen beruhen auf der Temperaturempfindlichkeit der Fermente, die durch äußere Faktoren hervorgerufenen Modifikationen auf Veränderung des Reaktionszustandes der Gewebe. (Parallelinduktion führt zur Rasse.) Gemischte Fermente können ohne gegenseitige Beeinflussung wieder getrennt werden (Spaltung) und geringe Mengen stark färbender Fermente vermögen auch die doppelte Chromogenmenge umzusetzen (Dominanz). Fermente bestimmen die Farbe, welche die farblosen Chromogene anzunehmen haben (Assimilation). Die Farben in den tiergeographischen Regionen, Standorten und bei den Haustieren lassen sich auf den Einfluß der äußeren Faktoren beziehen. Die nach Analogie der Farbanpassung ausgebaute farbenphotographische Theorie des Farbensehens gibt uns Rechenschaft über eine Reihe sonst unerklärter Erscheinungen.

Nr. 33. *Konacrierung der Tyrosinase durch Luftabschluß* (zugleich: Ursachen tierischer Farbklebung III), von *Hans Präzbram* und *Jan Dembowski*. Luftfrei in Glasröhrchen eingeschmolzene Tyrosinase behält ihre Wirksamkeit monatelang bei; bei Abwesenheit von Sauerstoff ist die Tyrosinase von Hämoglobin auch gegen die Einwirkung von Licht unempfindlich. Rosa angegangene Tyrosinase-Tyrosinproben gehen nach luftfreiem Einschmelzen in der Färbung wieder zurück; wird die entfärbte Probe dem Sauerstoffzutritt geöffnet, so beginnt sie sich sogleich wieder zu färben, wobei violette Farbe auftritt. In Analogie zur Photobromierung aromatischer Kohlenwasserstoffe scheint ein Anhaltspunkt gegeben, den Angriffsort der Tyrosinase am Tyrosin bei der Lichteinwirkung in der Seitenkette, bei Finsternis im Kerne zu suchen.

Nr. 34. *Die Puppenfärbungen des Kohlrüßlings, *Pieris brassicae* L. Vierter Teil: Wirkung unsichtbarer und sichtbarer Strahlen*, von *Leonore Brecher*. Schwarze Umgebung bringt viel dunklere Puppen hervor als vollständige Finsternis. Erhöhung der Lichtintensität erhöht die Wirksamkeit schwarzer Umgebung. Es traten die für die verschiedenen Untergrundfarben charakteristischen Farbentypen der Puppen auch dann auf, wenn die Augen der verpuppungsreifen Raupen mit schwarzem Lack überstrichen worden waren. Das Ausschalten der Augen hingegen durch elektrokaustische Blendung hebt die Wirkung der Farben auf. Es sind die ultravioletten Strahlen, die von schwarzer Umgebung reflektiert, die positive Wirksamkeit des Schwarz im Gegensatz zur Finsternis bedingen: Bei Ausschaltung jener Strahlen entstanden in Schwarz helle Puppen.

Nr. 35. *Vererbung erzwungener Formveränderungen. I. Mitteilung. Die Brunnschwiele des *Alytes* Männchens aus Wasserciern*, von *Paul Kammerer*. Im Naturzustande besitzt das Männchen von *Alytes* auch während der Paarungszeit keine Kopulationsschwiele. Lehrt man nun das *Alytes*-Männchen, sich wie die übrigen Batrachier im Wasser zu begatten, so entwickelt sich von der Urnkelgeneration an eine von Generation zu Generation wie von Brunft zu Brunft dem Grade ihrer Ausprägung, wie der horizontalen Ausbreitung nach zunehmende Begattungsschwiele. Die ausführliche Arbeit wird — nebst zwei Bildertafeln — in *Rouss* Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen erscheinen.

Das w. M. R. *Wegscheider* legt die XIV. bis XXII. Mitteilung der Untersuchungen *Über den Einfluß von Substitution in den Komponenten binärer Lösungsgleichgewichte* von *R. Kremann* und dessen Mitarbeitern aus dem Chem. Institut der Universität Graz vor.

Das w. M. Prof. *J. v. Hepperger* legt eine Abhandlung von Prof. *K. Hillebrand* in Graz vor, betitelt: *Analyse der Laplaceschen Kosmogonie*. Die Aufgabe, die sich der Verfasser stellt, ist unter Berücksichtigung der maßgebenden Gesichtspunkte, die sich vor allem auf Stabilitätsfragen und der Wirkungsweise deformabler Massen beziehen, von neuem den Laplaceschen

Prozeß zu untersuchen und zu zeigen, daß einerseits die Laplaceschen Vorstellungen in einigen Punkten ganz wesentlich modifiziert werden müssen, aber andererseits dadurch ein völlig konsequentes Bild für den Entstehungsprozeß gewonnen wird.

Gießen-Marburger Physikalisches Kolloquium.

Sitzung vom 10. Juni 1918.

Vor Eintritt in die Tagesordnung gedachte der Vorsitzende in warmen Worten des am 28. Mai verstorbenen Geh. Rats *Richard Assmann*, der, nachdem er seine Stellung als Direktor des aeronautischen Observatoriums in Lindenberg niedergelegt und Gießen sich als Alterswohnsitz erwählt hatte, ein eifriges Mitglied des (Gießen-Marburger Kolloquiums geworden war. Hier hat er, am 22. November 1915, seinen letzten wissenschaftlichen Vortrag, über Leitfähigkeit und Gewitterprognose, gehalten. Die Versammlung ehrte sein Andenken durch Erheben von den Sitzen.

Herr *K. Schaum* hielt zwei von Demonstrationen begleitete Vorträge:

1. *Über die Schrumpfung von Gallerten*. Bei der Schrumpfung eines quellbaren Gels, die für viele technische Prozesse (Leimen, Kleben, Herstellung und Behandeln photographischer Schichten u. a.) von Wichtigkeit ist, sind die Kräfte der Adhäsion an den Benetzungsf lächen mit den angrenzenden Medien („Ab-lösen“), die Kräfte der Kohäsion im Innern der Gallerte („Springen“, „Zerreißen“) und die Kräfte der Kontraktion („Deformation“ der Gallerte und der angrenzenden Medien) von großer Bedeutung. Der Vortragende hat die totale und partielle (lokale) Deformation an photographischen Schichten und gegossenen Lichtfiltern und ihre Einflüsse auf exakte photographische Arbeiten untersucht; dabei wurde u. a. der Transport kolloid und normal gelöster Stoffe in Gelatine bei partieller Quellung studiert. Der Charakter der durch die Schrumpfung auftretenden inneren Spannungen, der nach Ansicht des Vortragenden vielleicht zu Aufschlüssen über die Konstitution von Gallerten führen kann, wurde an den Erscheinungen der Doppelbrechung, der Riß- (Sprung-) Figuren, der Quellungsfiguren und der Stabilität von Lamellen studiert; auch wurde versucht, ein mechanisches Maß für die Größe der Kontraktionskraft zu gewinnen.

2. *Über die Kristallisation von unterkühlten Schmelzflüssen*. Der Vortragende ist durch statistische Untersuchungen über die Zahl der Kristallisationszentren, die unter wechselnden Bedingungen aus unterkühlten Schmelzflüssen entstehen, zu folgenden Schlüssen geführt worden. Nach vollendetem Schmelzprozeß enthält der Schmelzfluß noch Bruchstücke von „Primitivkristallen“ („anisotrope Molekeln“ nach *G. Tammann*), die bei der Abkühlung sich verhältnismäßig leicht zu vollständigen Primitivkristallen ergänzen und somit die Kristallisationszentren („Kerne“) liefern. Da der Schmelzpunkt mit der Teilchengröße sinkt, wird die Größe des auslösenden Kristallkeims mit zunehmender Unterkühlung immer kleiner und schließlich mit dem „Raumgitterelement“ identisch werden. (*F. W. Küster*.) Durch längeres Erhitzen auf höhere Temperatur werden jene Bruchstücke zerstört und somit die Unterkühlung begünstigt. Von großem Einfluß sind die Grenzflächen: oft treten Kristallisationszentren immer wieder an ganz bestimmten Stellen des Systems auf. Durch lokale Druckwirkung oder durch Scherung kann bei vielen Stoffen mit Sicherheit die Kristallisation eingeleitet werden. Die Kernzahl weist bei zahlreichen Substanzen ein breites Temperaturmaximum auf, das sich über ein Intervall von 50 Grad und mehr erstrecken kann. Ein deutlicher Einfluß der Atomzahl, der Form und Struktur der Molekel, des Sättigungszustandes, des Assoziationsgrades u. a. konnte bisher nicht erkannt werden.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie

(Abfallenergie-Verwertung)

Von Ingenieur **M. Gerbel**

beh. aut. Zivil-Ingenieur für Maschinenbau und Elektrotechnik
und Dampfkessel-Inspektor

Mit 9 Textfiguren — Preis M. 3.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung



Handbuch der Mineralchemie, herausgegeben
von C. Doelter,

Handbuch der regionalen Geologie, heraus-
gegeben von G. Steinmann und O. Wilekens,
Goldschmidt, V., Atlas der Kristallformen,
Handwörterbuch der Naturwissenschaften,
liefert zur Erleichterung der Anschaffung auf
Wunsch gegen erleichterte Zahlungsbedin-
gungen. Anfragen erbeten an

Buchhandlung Hermann Meusser,

BERLIN W 57/9, Potsdamerstraße 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Bodenschätze

als biologische und politische Faktoren

Von

Professor Dr. **Walther Roth**

Preis M. 1.—

Bodenbildung und Bodeneinteilung

Von

Dr. **E. Ramann**

o. ö. Professor an der Universität München

Preis M. 4.60

Bodenkunde

Von

Dr. **E. Ramann**

Professor an der Universität München

Dritte, umgearbeitete und verbesserte Auflage

Mit 63 Textabbildungen und 2 Tafeln — Anastatischer Neudruck

Preis gebunden M. 28.—

Deutschlands zukünftige Kohlenwirtschaft

Das Kohlenwirtschaftsinstitut

Von Dr. techn. **Karl Brabbée**

ord. Professor an der Königl. Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg

Preis M. 1.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Zeitschrift für Angewandte Anatomie und Konstitutionslehre

Herausgegeben unter Mitwirkung von

A. Freiherrn v. Eiselsberg **A. Kolisko** **F. Martius**
Wien Wien Rostock

von

J. Tandler
Wien

Dritter Band. Fünftes und sechstes (Schluß-) Heft

Inhaltsverzeichnis

- Finzi, Aurelio.** Über die Erscheinungen abnormer Körperverfassung bei Syringomyelie.
Anderle, Helene. Zur Lehre von der Querschnittstopographie der Nerven an der unteren Extremität. (Mit 12 Textabbildungen)
Hammar, J. Aug., und Lagergren, Karl-Axel. Beiträge zur Konstitutionsanatomie V. (Mit 21 Textabb.)

Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen Organ für die gesamte Kausale Morphologie

Herausgegeben von

Dr. Dr. Wilhelm Roux
o. ö. Professor der Anatomie in Halle a. S.

44. Band, 2. Heft

Mit 25 Abbildungen im Text und 6 Tafeln

Ausgegeben am 13. Juni 1918

Preis M. 22.—

Inhaltsverzeichnis:

- | | |
|--|---|
| <p>Spek, Josef. Die amöboiden Bewegungen und Strömungen in den Eizellen einiger Nematoden während der Vereinigung der Vorkerne. (Aus dem zoologischen Institut zu Heidelberg) Mit 15 Textabbildungen.</p> <p>Patzelt, Victor. Über verschiedene Mißbildungen beim Frosch, zugleich ein Beitrag zur Histologie und Entwicklungsgeschichte des Urogenitalapparates. Mit 1 Tafel.</p> <p>Plate, L. Vererbungsstudien an Mäusen. Mit 1 Tafel und 5 Textabbildungen.</p> <p>Konopacki, M. Untersuchungen über die Einwirkung verdünnten Seewassers auf verschiedene</p> | <p>Entwicklungsstadien der Echinoideen (<i>Strongylocentrotus lividus</i>). Mit 4 Tafeln, 5 Textabbildungen und 9 Tabellen.</p> <p>Lipschütz, Alexander. Die Gestaltung der Geschlechtsmerkmale durch die Pubertätsdrüsen. (Aus der Biologischen Versuchsanstalt der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. (Physiologische Abteilung: Vorstand Prof. Dr. E. Steinach.)</p> <p>Besprechung: Heikertinger, Fr., Das Scheinproblem von der Zweckmäßigkeit im Organischen. Besprochen von L. Plate.</p> |
|--|---|

Zu beziehen durch jede Buchhandlung