

Stadtbibliothek

18. 7. 1925

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN VON
ARNOLD BERLINER

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON HANS SPEMANN IN FREIBURG I. BR.

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE
UND
ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Stadtbücherei
Elbing

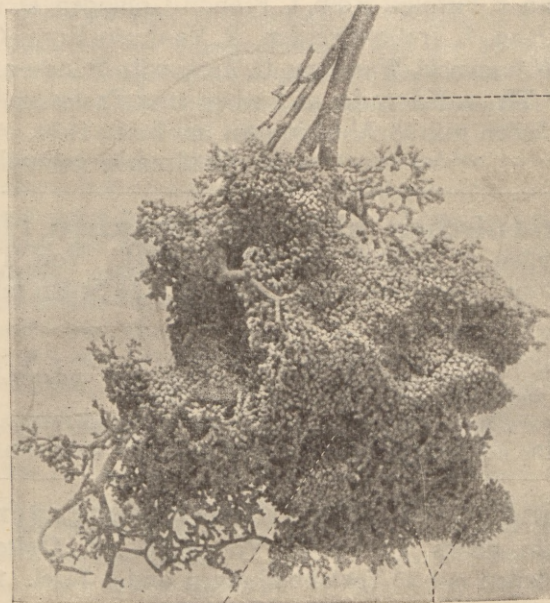
HEFT 27 (SEITE 589—612)

3. JULI 1925

DREIZEHNTER JAHRGANG

INHALT:

Der See als Lebensinheit. Von AUGUST THIENEMANN, Plön	589	Notiz über die Spektren der Halogene. Von W. GERLACH und FR. GROMANN, Tübingen . . .	608
Florida- und Antillenstrom. Eine hydrodynamische Untersuchung. Von LOTTE MÖLLER, Berlin. (Mit 4 Figuren)	600	MITTEILUNGEN AUS VERSCHIEDENEN GEBIETEN:	
Warum hat das System der chemischen Elemente die Periodenlängen 2, 8, 8, 18, 18, 32? Von A. LANDÉ, Tübingen	604	Über die Natur der Seifen und ihrer Lösungen. A wide-angle stereoscope and a wide-angle viewfinder. Binocular vision and the stereoscopic sense. Die Abscheidung von Wolframmetall durch Elektrolyse. Jahresbericht des American Museum of Natural History in New York für das Jahr 1923. Über die Zahlenverhältnisse der roten und weißen Blutkörper der heimischen Amphibien im Wechsel der Jahreszeiten	
ZUSCHRIFTEN UND VORLÄUFIGE MITTEILUNGEN:		ASTRONOMISCHE MITTEILUNGEN:	
Zur Geschichte der Chemie im Raume. Von BERTHOLD RASSOW, Leipzig	606	Neue Untersuchungen über die Bewegungen im Saturnsystem. Der absolut hellste Stern . . .	
Eine Lücke in der deutschen angewandten Zoologie. Von H. VITZTHUM, München . . .	607	612	



Kleiner Bronchus

Lücke für einen heraus- gebrochenen Azinus Zwei Azini (vollständig injiziert); die Verweisungs- striche zeigen bei jedem auf den linken Rand

Abb. 107. Lobulus. Ausguß mit Woodschem Metall. Der kleine Bronchus gabelt sich. Der rechte dickere Ast entspricht dem birnförmigen Lobulus, der dem Beschauer zugewendet ist (hell beleuchtet). Der linke dünnere Ast geht zu einem links liegenden Nachbarlobulus, der nur zum Teil sichtbar ist (linke, stark beschattete Seite des Präparates). Original von Loeschcke.

Aus: **Braus, Anatomie des Menschen.** Ein Lehrbuch für Studierende und Ärzte.

Band II: Eingeweide (einschließlich periphere Leitungsbahnen, I. Teil). 805 Seiten mit 329 zum großen Teil farbigen Abbildungen. 1924. Gebunden 18 Goldmark

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

26

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen in wöchentlichen Heften und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland 7.50 Goldmark (1 Gm. = $10/42$ Dollar nord-amerikanischer Währung). Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft 0.75 Goldmark zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, erbeten.

Preis der Inland-Anzeigen: $1/1$ Seite 120 Goldmark, Millimeter-Zeile 0.30 Goldmark. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseingangs.

Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigenpreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24. Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050-53. Telegrammadr.: Springerbuch. Reichsbank-Giro-Konto: — Deutsche Bank Berlin, Depositen-Kasse C.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Handbuch der Hydrologie. Wesen, Nachweis, Untersuchung und Gewinnung unterirdischer Wasser: Quellen, Grundwasser, unterirdische Wasserläufe, Grundwasserfassungen. Von Zivilingenieur **E. Prinz** in Berlin. Zweite, ergänzte Auflage. 435 Seiten mit 334 Textabbildungen. 1923.

Gebunden 18 Goldmark

Vorträge aus dem Gebiete der Hydro- und Aerodynamik (Innsbruck 1922). Gehalten von A. G. v. Baumhauer - Amsterdam, V. Bjerknæs-Bergen, J. M. Burgers-Delft, B. Caldonazzo-Mailand, U. Cisotti-Mailand, V. W. Ekman-Lund, W. Heisenberg-München, L. Hopf-Aachen, Th. v. Kármán-Aachen, G. Kempf-Hamburg, T. Levi-Civita-Rom, C. W. Oseen-Upsala, M. Panetti-Turin, E. Pistolesi-Rom, L. Prandtl-Göttingen, D. Thoma-München, J. Th. Thysse-Haag, E. Trefftz-Dresden, R. Verduzio-Rom, C. Wieselsberger-Göttingen, E. Witoszynski-Warschau, G. Zerkowitz-München. Herausgegeben von Professor **Th. v. Kármán** in Aachen und Professor **T. Levi-Civita** in Rom. 255 Seiten mit 98 Abbildungen im Text. 1924.

13 Goldmark; gebunden 14 Goldmark

Fragen der klassischen und relativistischen Mechanik. Vier Vorträge, gehalten in Spanien im Januar 1921. Von **T. Levi-Civita**, Professor in Rom. Autorisierte Übersetzung. 116 Seiten mit 13 Textfiguren. 1924.

5.40 Goldmark

Inhaltsübersicht:

Erster Vortrag: Die Regularisierung des Drei-Körper-Problems und ihre Tragweite.

Zweiter Vortrag: Flüssigkeitswellen: Ausbreitung in Kanälen.

Dritter Vortrag: Parallelismus und Krümmung in einer beliebigen Mannigfaltigkeit.

Vierter Vortrag: Die geometrische Optik und das allgemeine Einsteinsche Relativitätsprinzip.

Zur Bestimmung strömender Flüssigkeitsmengen im offenen Gerinne. Ein neues Verfahren. Von Dipl.-Ing. **Oskar Poebing** in München. 60 Seiten mit 23 Textabbildungen und 1 Tafel. 1922.

1.65 Goldmark

Lehrbuch der Hydraulik für Ingenieure und Physiker. Zum Gebrauche bei Vorlesungen und zum Selbststudium. Von Professor Dr.-Ing. **Theodor Pöschl** in Prag. 198 Seiten mit 148 Abbildungen. 1924.

8.40 Goldmark; gebunden 9.30 Goldmark

Der See als Lebenseinheit*).

VON AUGUST THIENEMANN, Plön.

Wenn wir den See als „Lebenseinheit“ bezeichnen, so handelt es sich in erster Linie darum, Klarheit über den Begriff „Lebenseinheit“ zu gewinnen. Im Sinne der biologischen Morphologie ist die niederste Einheit die Zelle; diese Formeinheit ist Lebenseinheit, d. h. selbständig und selbst-erhaltungsfähig, nur bei einzelligem Organismus, im mehrzelligen Organismus ist sie es nicht¹⁾. Die Morphologie spricht von verschiedenen Individualitätsstufen bei den Lebewesen. Das niederste morphologische Individuum ist die Zelle, vielzellige Tiere oder Pflanzen sind die Individuen zweiter Ordnung, Tierstöcke mit Arbeitsteilung, wie z. B. die Siphonophoren stellen Individuen dritter Ordnung dar. Morphologisch sind also z. B. eine Amöbe, eine Katze und eine Röhrenqualle ganz verschiedenartig, und doch ist jedes eine Lebenseinheit, ein in sich geschlossenes, einheitliches, für sich bestehendes System, bei dem „alle Teile zu einer einheitlichen Gesamtleistung des Körpers nach gesetzmäßigem Verhältnis beitragen²⁾“, so daß der Fortbestand des Ganzen dadurch gesichert ist. „Im physiologischen Sinne also ist jedes Lebewesen ein Individuum . . . In bezug auf die Einheitlichkeit der Lebensäußerungen sind sie alle gleichwertig¹⁾.“ Und in diesem Sinne sei der Begriff der Lebenseinheit hier zuerst gefaßt.

In der Natur treten uns nur *Individuen* entgegen, ein bestimmter Hund, ein bestimmter Baum usw. Der Artbegriff „Hund“, „Fichte“ usw. entsteht, indem wir von den Unterschieden der einzelnen Individuen abstrahieren, oder, wie MÖBIUS³⁾ sagt, „indem die übereinstimmenden Merkmale aller im Raume und der Zeit zerstreuten Individuen des nächsten Verwandtschaftsgrades in eine geistige Gegenwart zusammengedrängt werden“. Der Artbegriff ist also wie alle sog. systematischen Kategorien *zunächst* etwas rein *Logisches* [„ein bestimmt formuliertes, in Worten ausgedrücktes geistiges Produkt seines Autors⁴⁾“] und bezeichnet immer wiederkehrende, also wesentliche Eigenschaften der beobachteten Individuen. Nun sehen wir aber, daß die durch die gleichen, immer wiederkehrenden Eigenschaften charakterisierten Individuen sich erfolgreich paaren können und daß so diese Eigenschaften von den Eltern auf ihre Nachkommen vererbt werden; damit gewinnt das System der Organismen durch den Artbegriff eine *reale* Grundlage⁴⁾. „Die Merkmale der Gattungs- und aller höheren Gruppenbegriffe liefert die Natur aber nicht unmittelbar. Sie werden nach logischen Gesichtspunkten aus den Merkmalen vergleichener

Artbegriffe ausgewählt; ihr Umfang und Inhalt richtet sich daher nach dem Standpunkte, den die Klassifikatoren einnehmen. Diese bestimmen also die Anzahl, den Umfang und den Inhalt aller Kategorien ihrer Systeme³⁾.“ Diese von MÖBIUS 1890 gegebene Charakteristik besteht auch heute noch zurecht⁵⁾!

An einer jeden in natürlichem Zustande erhaltenen Stätte im Lebensraum treffen wir nicht Einzelindividuen *einer* Art an, sondern stets eine Vergesellschaftung von Individuen mehr oder weniger zahlreicher Arten. Das gilt selbst für Lebensstätten (Biotope) mit extremster Gestaltung des Milieus, wie z. B. Thermen, faulende Abwässer. Allerdings nimmt die Artenzahl ab, je mehr sich die Lebensbedingungen eines Biotops vom allgemeinen Lebensoptimum entfernen. Diese Individuenansammlung an einer Lebensstätte ist kein einfaches Aggregat, sondern eine Vergesellschaftung, d. h. zwischen den Arten eines Biotops bestehen Beziehungen, sie sind in stärkerem oder schwächerem Maße aneinander gebunden, aufeinander angewiesen.

Sie bilden eine *Lebensgemeinschaft* oder *Biocönose*. Der Schöpfer dieses Begriffes, KARL MÖBIUS, definiert im 10. Kapitel seines Buches über „die Auster und die Austernwirtschaft“ (Berlin 1877) die Biocönose als „eine Gemeinschaft von lebenden Wesen, eine den durchschnittlichen äußeren Lebensverhältnissen entsprechende Auswahl und Anzahl von Arten und Individuen, welche sich gegenseitig bedingen und durch Fortpflanzung in einem abgemessenen Gebiete dauernd erhalten“. Schon lange vor MÖBIUS war den Botanikern die Tatsache immer klarer geworden, daß „man an verschiedenen Stellen in der Natur mit großer Regelmäßigkeit dieselben Kombinationen von Arten wiederfindet, nach bestimmten Regeln geordnet und gewöhnlich in mehr oder weniger bestimmten Mengenverhältnissen⁶⁾“. „Assoziationen“ nannte HUMBOLDT (1805) diese „in der Natur existierenden, durch die Natur selbst mehr oder minder scharf und deutlich abgegrenzten — nicht etwa in wissenschaftlichen Abhandlungen und Lehrbüchern fabrizierten! — Artenkombinationen⁶⁾“. Die Pflanzensoziologie, die Lehre von den natürlichen Pflanzengesellschaften, deren niederste Einheit die Botaniker eben als „Assoziation“ bezeichnen, hat sich zu einer ausgedehnten Wissenschaft entwickelt; der zoologische Teil dieser Biocönötik oder Biocönologie oder Biosozologie ist noch weit weniger aufgebaut, indessen gegenwärtig auch im Aufblühen begriffen. Leider gehen Botaniker und Zoologen hier meist noch getrennte Wege und kennen viel-

* Vortrag, gehalten in der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft am 11. März 1925.

fach auch die wichtigste Literatur auf dem Parallelgebiete nicht. Eine Zusammenfassung der Hauptergebnisse der gesamten modernen Biocönotik muß noch geschrieben werden.

Ich halte an der Bezeichnung „Lebensgemeinschaft“ oder „Biocönose“ für die verschiedenen mehr oder weniger umfassenden Organismengesellschaften fest⁷⁾; vielleicht kann man mit GAMS⁸⁾ die konkrete Einheit in der Natur (das „Individuum“ Lebensgemeinschaft) als „Siedlung“ bezeichnen und das Wort „Biocönose“ für die abstrakte Einheit (die bestimmte Lebensgemeinschafts„art“) vorbehalten. Notwendig erscheint mir dies im allgemeinen aber nicht.

Zahlreich sind die Versuche, den Biocönosenbegriff schärfer, prägnanter zu fassen, als es sein Autor tat. So sagt GAMS⁸⁾: „Eine Biocönose umfaßt die gesamte auf einem einheitlichen Ausschnitt der Biosphäre . . . enthaltene Vegetation im weitesten Sinne“ (S. 436); wobei unter „Vegetation“ die Pflanzendecke einschließlich tierischer Besiedelung gemeint ist. WERESTSCHAGIN⁹⁾ versteht unter Biocönosen in einem Gewässer „einen Komplex tierischer und pflanzlicher Formen, welche in gewissen Teilen des Gewässers in bestimmter Artzusammensetzung und quantitativer Wechselbeziehung ständig miteinander vorkommen, wobei die diesen Komplex zusammensetzenden Formen unter sich durch unmittelbare oder mittelbare biocönotische Faktoren verbunden sind“, also eine rein biologische Einheit.

Nach meinem Dafürhalten die beste Definition hat kürzlich RESWOY gegeben¹⁰⁾: „Eine Biocönose stellt ein sich in einem beweglichen Gleichgewichtszustand erhaltendes Bevölkerungssystem dar, das sich bei gegebenen ökologischen Verhältnissen einstellt.“ Er fügt folgende Erläuterungen bei: „Unter den ökologischen Verhältnissen wird hier eine Summe von Einwirkungen verstanden, sowohl von der Seite der äußeren Existenzbedingungen, als auch von der Seite der Lebenstätigkeit der Organismen, die den betreffenden Lebensraum bevölkern; kurz gesagt, alle Verhältnisse, welche für die betreffende Biocönose ein Milieu darstellen. Der Lebensraum der Biocönose muß gleichartig sein, da alle Teile dieses Raumes, biologisch gesprochen, die gleichen Bedingungen aufweisen. Ein solcher Lebensraum entspricht der Bezeichnung ‚Biotop‘ (DAHL 1903 bis 1921) oder der ‚Statio‘ (WERESTSCHAGIN 1914, PHILIPJEV 1923). Beide Ausdrücke sind ihrem Inhalt nach ganz identisch. Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Biocönose die Bevölkerung eines Biotops darstellt. Zwischen den Eigentümlichkeiten des betreffenden Raumes und seiner Bevölkerung, d. h. zwischen dem Biotop und der Biocönose, ist eine funktionelle Abhängigkeit immer vorhanden. Jeder Milieuveränderung wird stets eine solche der Bevölkerung entsprechen; jede Veränderung in der Bevölkerung (z. B. durch die Tätigkeit des Menschen) muß entsprechende Milieuveränderungen hervorrufen.“

Nur bis zu einem gewissen Grade ist eine Bio-

cönose ein selbständiges und streng begrenztes System. Die biocönotischen Verbindungen gehen über die Grenze der Biocönose hinaus. Die Umgrenzung der Biocönosen in Gewässern hängt von der Gliederung der letzteren im Biotop ab. Die Biotop werden unausbleiblich bald in weiterem, bald in engerem Sinne angenommen werden . . .“

Daraus folgt aber unbedingt, daß man verschiedene „Stufen“ von Biotopen und damit auch Biocönosen unterscheiden muß, daß man Biotop wie Biocönose nicht nur als niederste Einheiten des Lebensraumes bzw. seiner Bevölkerung auffassen darf, sondern ein jedes Bevölkerungssystem, gleichgültig welchen Umfang es besitzt, als „Biocönose“ bezeichnen muß, sofern es nur der Reswoyschen Definition genügt. Es gibt also eine ganze Stufenfolge, ein ganzes System von Biocönosen¹¹⁾. Der Ameisenhaufen mit all seinen Bewohnern ist eine Biocönose, so gut wie der Wald mit all seinen Tieren und Pflanzen oder die Bewohnerschaft des Sees; und die gesamte Pflanzen- und Tierwelt der ganzen Erde stellt die höchste, umfassendste Lebensgemeinschaft dar!

Ehe wir in unserer Analyse der Biocönosen weitergehen, wollen wir, um konkrete Beispiele zu gewinnen, uns vergegenwärtigen, welche Hauptlebensgemeinschaften wir in einem normalen Binnensee etwa von der Art des Gr. Plöner Sees unterscheiden können.

Zwei Hauptlebensgebiete bilden den See, das freie Wasser und der Seeboden; das freie Wasser oder Pelagial besiedelt von der Lebensgemeinschaft des Planktons (sowie schwimmenden Formen, dem Nekton), der Seeboden oder das Benthos lebt von Pflanzen und Bodentieren.

Das Plankton, die Schwebewelt (die Organismen, die ohne größere Eigenbewegung frei im Wasser schweben oder schwimmen), bildet im See eine einheitliche Lebensgemeinschaft. Es stellt eine selbständige, geschlossene Biocönose dar, d. h. diese Lebensgemeinschaft kann sich im Gleichgewicht halten, ohne daß sie auf die Zufuhr von Nährstoffen aus anderen Lebensbezirken angewiesen wäre. Denn sie besitzt in den grünen — einzelligen — Planktonpflanzen „Produzenten“, die durch Photosynthese die im Wasser gelösten anorganischen Stoffe in organische verwandeln; sie besitzt „Konsumenten“, die Planktontiere, die sich von den lebenden oder abgestorbenen Phytoplanktern, bzw. von ihren Stoffwechselprodukten nähren; sie besitzt schließlich „Reduzenten“, die Planktonbakterien, die die durch die Lebenstätigkeit der Produzenten und Konsumenten entstandenen hochmolekularen Verbindungen wieder abbauen und mineralisieren. Produzenten und Konsumenten stehen in quantitativ bestimmtem, ernährungsphysiologisch bedingtem Verhältnis zueinander. Eine geschlossene Biocönose bildet das Plankton auch insofern, als sich ihm Bodenformen nicht — oder nur in Ausnahmefällen — beimischen; einheitlich ist es insofern, als es innerhalb eines Sees im ganzen die gleiche Zusammensetzung zeigt,

soweit die Lebensbedingungen innerhalb des Pelagials die gleichen sind¹²⁾.

Wir betonen oben, daß ein jedes einzelne Tier- oder Pflanzenindividuum eine physiologische Lebensseinheit darstellt; denn es ist „ein abgeschlossener, unabhängig für sich bestehender Organismus, bei dem alle Einzelteile derart zusammenwirken, daß der Fortbestand des Ganzen dadurch gesichert ist; mit anderen Worten, es ist selbsterhaltungsfähig“ [HESSE¹⁾]. Ähnliches, wenn auch nicht ganz Gleiches, spricht das Cuviersche Korrelationsprinzip aus²⁾: „Jedes Tier bildet ein einheitliches, in sich geschlossenes System, in dem alle Teile [(erstens) aufeinander strukturell angewiesen sind, und (zweitens)] zu einer einheitlichen Gesamtleistung des Körpers nach gesetzmäßigem Verhältnis beitragen. Kein Teil kann sich verändern, ohne daß andere mit verändert würden, und so bestimmt jeder Teil alle übrigen.“

Das, was hier für den Einzelorganismus ausgesagt ist, gilt, wie aus dem vorhergehenden erhellt, auch für eine Lebensgemeinschaft von der Art des Seenplanktons. Setzen wir in den Hesseschen oder Cuvierschen Worten für „Organismus“ bzw. „Tier“ und „Körper“ — „Biocönose“, und für „Teil“ bzw. „Einzelteil“ — „Tier und Pflanze“, so haben sie volle Geltung für die Biocönosen. Wir sind also berechtigt, auch die Biocönosen als Lebensseinheiten zu bezeichnen [um so mehr, als auch das Begriffspaar „Individuum—Art“ wie für den Einzelorganismus so auch für die Lebensgemeinschaft seine Bedeutung hat¹³⁾]. *Die Biocönosen sind die (physiologischen) Lebensseinheiten zweiter Ordnung.* Wenden wir uns nun der Besiedelung des Seebodens zu, so erkennen wir, daß sich hier zwei Teile scheiden lassen. Uferregion oder Litoral ist die Region, die sich an den Strand anschließt bis zu der Tiefe, in der die Bewachung des Seebodens mit wurzelnden, grünen Pflanzen aufhört. Diese Tiefe ist abhängig von der Lichtdurchlässigkeit des Wassers und daher in den verschiedenen Seen recht verschieden; in unsern größeren norddeutschen Seen beträgt sie im Maximum etwa 10 m. Die Litoralregion ist stark gegliedert, stark wechselnd in den Lebensbedingungen und daher von verschiedenen Lebensgemeinschaften besiedelt. Die Vegetation ist in konzentrisch den See umgebenden Gürteln angeordnet, am meisten nach dem Lande zu ein Schilfgürtel, seawärts daran anschließend der Gürtel der Laichkräuter, auf den die Region der unterseeischen Wiesen folgt¹⁴⁾. Jede dieser Zonen stellt bis zu einem gewissen Grade einen besonderen Biotop dar, jede ist besiedelt von einer charakteristischen Lebensgemeinschaft. Alle haben aber Gemeinsames, weshalb wir sie hier auch zu einem Hauptbiotop zusammenfassen: das wichtigste dieser gemeinsamen Charakteristica des Litorals besteht in der Existenz wurzelnder grüner Pflanzen, also von Produzenten organischen Stoffes. Und das macht das Litoral auch, wie das Pelagial, zu einem selbständigen Lebensbezirk. Anders die an das Litoral sich anschließenden Teile des See-

bodens. Wir lassen das Sublitoral — eine in den norddeutschen Seen vor allem durch Massenanhäufung von Muschelschalen gekennzeichnete Übergangszone — hier beiseite. An sie schließt sich das Profundal an, die Region der gleichmäßigen Schlammflächen, die weitaus den größten Teil des Seebodens aller nicht allzu flachen Seen bildet.

Das Profundal ist im allgemeinen überaus gleichmäßig besiedelt, es stellt einen einheitlichen Biotop dar, der von einer einheitlichen Biocönose besiedelt ist. Insofern besteht — sieht man von der flächenhaften Siedlung im Profundal im Gegensatz zu der körperhaften Lebenserfüllung des Pelagials ab — eine große Ähnlichkeit zwischen den Lebensgemeinschaften des Planktons und der Bodenorganismen.

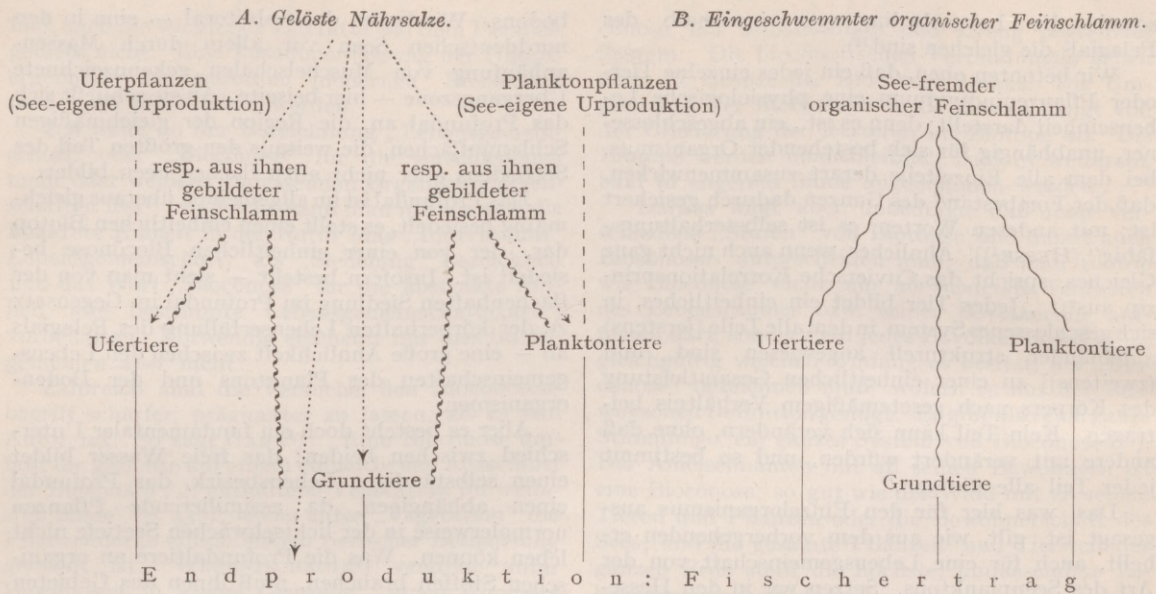
Aber es besteht doch ein fundamentaler Unterschied zwischen beiden: das freie Wasser bildet einen selbständigen Lebensbezirk, das Profundal einen abhängigen, da assimilierende Pflanzen normalerweise in der lichtschwachen Seetiefe nicht leben können. Was die Profundaltiere an organischen Stoffen brauchen, muß ihnen aus Gebieten zugeführt werden, die außerhalb der Grenzen ihres Wohnraumes liegen. „Es ist einmal das Litoral, das vor allem im Winter, wenn die Uferpflanzen abgestorben sind und durch die Stürme zerkleinert und so weit in den See hinaus verfrachtet werden, reichlich Pflanzenreste an die Seetiefe abgibt. Aber das meiste, was sich an organischen Stoffen in der Tiefe niederschlägt, stammt doch aus dem freien Wasser, das sich direkt über dem Profundal befindet¹⁴⁾.“

So sehen wir hier schon Zusammenhänge zwischen den drei Hauptlebensbezirken im See und ebenso den drei Hauptlebensgemeinschaften. Es fragt sich nun aber, ob die Bindungen, die Korrelationen zwischen diesen Biocönosen wirklich so zahlreich und so eng sind, daß wir berechtigt sind, auch die Gesamtlebewelt eines Sees als einheitliche Biocönose aufzufassen. Diese Frage muß unbedingt bejaht werden!

Ich verweise da einmal auf das Schema, in dem NAUMANN (Sötvattnets Plankton, Stockholm 1924, S. 238) die ernährungsphysiologischen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Biocönosen eines Sees dargestellt hat. Einer näheren Erläuterung bedarf es kaum; es sei nur darauf aufmerksam gemacht, daß dies Schema im Sinne der „Fischereibiologie“ aufgestellt ist, da der Fisch als „Endproduktion“ bezeichnet wird. Für die theoretische Hydrobiologie gibt es keine „Endproduktion“ in diesem Sinne.

Statt durch vielerlei kurze Einzelbeispiele die Tatsache der mannigfachen und engen Beziehungen zwischen den Einzelbiocönosen des Sees zu belegen (vgl. hierzu 14, S. 60—62), will ich hier lieber auf einen Fall näher eingehen, mit dem uns ALSTERBERG kürzlich in einer vorzüglichen Arbeit genau bekannt gemacht hat¹⁵⁾.

Das Phytoplankton bringt die im Wasser gelösten anorganischen Stoffe in die feste Form von



Schema der Stoffumsetzung im See (nach Naumann verändert).

Das Verhalten zwischen der niederen Tierwelt (Zwischenproduktion) und dem Fischertrag (Endproduktion) ist durch einfache Linien bezeichnet. Die Produktionsbedingungen der niederen Tierwelt sind auf folgende Weise bezeichnet:

- die Urproduktion wird direkt ausgenutzt.
- ~~~~~ die Urproduktion wird erst in Form von Feinschlamm (Detritus) ausgenutzt.
- ~~~~~ die Urproduktion fehlt und ein see-fremder Feinschlamm (Detritus) bedingt die Zwischenproduktion.
- direkte Aufnahme gelöster Stoffe durch die Tierwelt im Sinne der Pütterschen Theorie (nicht im Originalschema NAUMANN'S vorhanden).

Pflanzenkörpern. Sie werden z. T. in lebendem oder eben abgestorbenem Zustande noch im Wasser von den Tieren des Planktons gefressen, z. T. sinken sie abgestorben gemeinsam mit dem ebenfalls abgestorbenen Zooplankton zu Boden und wirken hier im Profundal sedimentbildend, indem das noch unzersetzte abgelagerte Plankton — die Ävja SERNANDERS — durch Zersetzung zum Schlamm wird, und zwar (— wenn wir die Dy, d. h. Torfschlamm bildenden Seen hier vorerst außer Betracht lassen —) zum Faulschlamm, dem Sapropel oder der Gytija. Gehemmt, verlangsamt wird dieser Sedimentationsprozeß schon durch die Lebens-tätigkeit des Zooplanktons, das bei seinem Stoffwechsel eine ganze Anzahl einfacherer Abbauprodukte bildet, die wieder dem freien Wasser zugute kommen und so von neuem in den Kreislauf einbezogen werden. In der gleichen Weise wirken die Ävja-Fresser unter den schlammbewohnenden Tieren, Muscheln, Schnecken und vor allem die roten Chironomuslarven, die auf das Auffangen und Konzentrieren des von oben kommenden Planktonregens besonders eingerichtet sind. „Aber eine Verzögerung des Sedimentierungsprozesses ist noch lange nicht dasselbe wie eine Aufhebung desselben; er schreitet trotz allem ununterbrochen fort.“

Und doch werden im allgemeinen unsere Seen nicht oder nur höchst langsam durch die Sedimente ausgefüllt; was einmal in die Bodenablagerungen

hineingelangt ist, ist *nicht* unwiederbringlich verloren und in immobilen Zustand versetzt!

Denn den sedimentbildenden Organismen des Phytoplanktons und Zooplanktons wirken entgegen die sedimentdestruierenden Organismen, die Bakterien. Schon im freien Wasser; aber erst im Schlamm des Profundals entwickeln sie ihre volle zerstörende Wirkung. Doch nur unter aeroben Bedingungen führt diese Bakterientätigkeit bis zur völligen Mineralisation des organischen Materials. Und daher kann in den Gytija-Ablagerungen des Profundals, in deren Innerem stets stinkende Verwesung, d. h. anaerobe Zersetzung, herrscht, nur in einer millimeterdünnen Oberflächenschicht die Oxydation des Schwefelwasserstoffes bis zum Schwefeltrioxyd, des Ammoniaks zu Nitrat und Nitriten usw. und die Auflösung dieser Stoffe im Wasser vor sich gehen. Also ein höchst engbegrenztes Gebiet aerober Zersetzung!

Dabei ist weiter zu bedenken, daß diese Oberflächenschicht des Schlammes ja dauernd aufs neue von dem herabrieselnden absterbenden und abgestorbenen Plankton bedeckt wird. Planktonhochproduktion müßte daher zu einer Sedimentierung führen, gegen die die Sedimentzerstörung nicht mehr ankämpfen kann, Ablagerung eingeschwemmten anorganischen Materials, wie Sand und Lehm, über der Gytija müßte gleichfalls die Sedimentzerstörung aufheben.

Und doch ist dem nicht so; denn es kommt zu den Sedimentbildnern und Sedimentzerstörern eine dritte Gruppe von Organismen, die Sedimenttransporteure. Das sind die Borstenwürmer des Schlammes, die Tubificiden, deren Physiologie und Ökologie ALSTERBERG in den letzten Jahren eingehend studiert hat.

Diese leben in ungeheueren Mengen im Tiefenschlamm unserer Seen, stellenweise Tausende (3-4 Tausend) pro Quadratmeter. Ihre Hinterenden sehen aus dem Schlamm heraus; in einer Tiefe von 3-6 cm unter der Schlammoberfläche sind ihre Vorderkörper inseriert; hier - in ihrer nutritiven Schicht - fressen die Tiere; sie setzen ihre Exkremente aber stets auf der Oberfläche des Schlammes ab. Die nutritive Schicht ist sehr genau in einer bestimmten Höhe fixiert; lagert sich neuer Schlamm auf der alten Oberfläche ab - und die gleiche Wirkung hat die Exkrementablagung auf dem Schlamm -, so verlegen die Tiere ihren Aufenthalt entsprechend nach oben.

ALSTERBERG hat experimentell nachgewiesen, daß jeder Tubifexwurm in 24 Stunden 4 mal sein Eigengewicht an Detritus (in Trockensubstanz berechnet) transportiert. Wir können nun nach J. LUNDBECKS noch unveröffentlichten, in der Plöner Hydrobiologischen Anstalt ausgeführten Untersuchungen für das Profundal unserer größeren normalen ostholsteinischen Seen berechnen, daß diese Würmer pro Jahr und Quadratmeter 6-12 kg Schlamm (Trockengewicht) transportieren! Also eine gewaltige Leistung! „Das hinaufbeförderte Material wird in lockerer Form auf der Schlammoberfläche aufgestapelt und unterliegt dort während einer gewissen Zeit aerober Zersetzung und Auslaugung. Darauf wird es nach und nach mit neuem, heraufbeförderten Material bedeckt, um schließlich wieder in die nutritive Schicht hineinzugeraten und aufs neue nach oben gebracht zu werden. Durch diesen Kreisprozeß unterliegt die ganze Sedimentmasse einem aeroben Zersetzungs Vorgang.“ Und so kann sie schließlich ganz mineralisiert werden und die Form von Sand, Kieselgur u. dgl. erhalten.

ALSTERBERG hat diese Beziehungen in dem beistehenden Diagramm dargestellt, das er mit folgenden Worten erläutert:

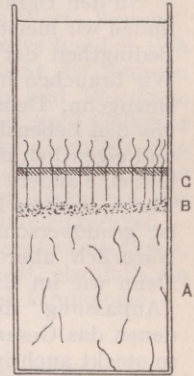
„1. Das Phytoplankton, Ph, autotrophe, sedimentablagernde Organismen, die direkt von den zur Verfügung stehenden Nährsalzen abhängig sind. Sie fallen wahrscheinlich meistens den folgenden Gruppen zum Opfer, soweit sie nicht direkt zu dem Sediment beitragen. Ferner kann der Kreislauf aufs neue beginnen dadurch, daß die von ihnen gebundenen Nährsalze nach einer bakteriellen Zersetzung frei werden.

2. Das Zooplankton, Z, heterotrophe, sedimentbildende Organismen, die direkt oder indirekt vom Phytoplankton abhängig sind. Ebenso wie dieses können sie zuweilen bakteriell zersetzt werden und teils hierdurch, teils durch ihre Exkretionsprodukte zur Verzögerung des Kreislaufes beitragen.

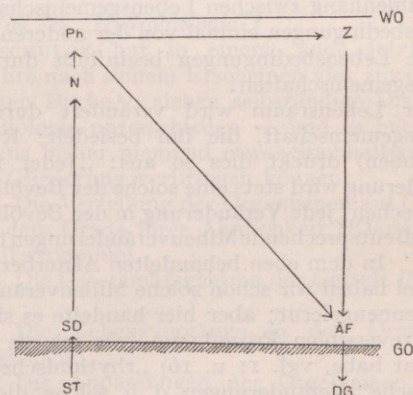
3. Die Ävja-Fresser, AF, unter denen die Chironomidenlarven und Muscheln die wichtigsten sind, sind auch sedimentbildend, vor allem durch ihre sedimentkonzentrierende Tätigkeit (sie geben der Gytja ihren koprogenen Charakter). Sie leben entweder direkt von der sedimentierten, aus Phyto- und Zooplankton gebildeten Ävja oder auch von herunterregnenden Planktonleichen, kurz bevor diese sich mit der Ävja vermengen. Auch diese Gruppe kann jedoch ebenso wie das Phyto- und Zooplankton dazu beitragen, den Kreislauf unmittelbar zu regenerieren.

4. Die Sedimentdestruktoren, SD; unter denen die Bakterien die ungleich wichtigsten sind. Sie sind jedoch bereits im Wasser tätig, wo ihr Einfluß hauptsächlich verzögernd auf die Sediment-erzeugung einwirkt.

5. Die Sedimenttransporteure, ST, unter denen die Tubificiden, wenigstens in den bisher bekannten Fällen, die wichtigsten sind. . . Die Sedimenttransporteure sind insofern wichtig, als erst durch sie die Sedimentdestruktoren ihren Einfluß ausüben können. Den Ävja-Fressern stehen sie darin nahe, daß sie von denselben Substanzen leben wie diese.“



Gangsystem der Tubificiden (nach ALSTERBERG).
A = Schicht der größeren Gänge.
B = Nutritive Schicht.
C = Schicht der feinkalibrigen Gänge.



Nahrungszirkulation der Gytja ablagernden Gewässer (nach ALSTERBERG).

WO = Wasseroberfläche SD = Sedimentdestruktoren
GO = Gytjaoberfläche ST = Sedimenttransporteure
Ph = Phytoplankton Z = Zooplankton
N = Nährsalz
ÄF = Ävja-Fresser DG = Definitive Gytja.

So sehen wir hier einen großartigen (reversiblen) Prozeß vor uns, durch den die teils im Wasser gelöste und schwebende, teils als Bodenablagern deponierte, deshalb aber nicht immobilisierte organische Substanz im See stetig kreist, und dieser Prozeß verbindet die Lebensgemeinschaften des

Planktons und des Seebodens so innig und — fast — unauflösbar miteinander, daß wir auch die Gesamtlebewelt des Sees unbedingt als eine einheitliche Biocönose aufzufassen nicht nur berechtigt, sondern geradezu gezwungen sind!

In den Definitionen des Begriffes „Biocönose“ finden wir meist — wenn auch nicht überall — die Bedingtheit der Biocönose durch das Milieu betont. Wir brauchen hierauf an dieser Stelle wohl kaum einzugehen. Denn daß die Eigenart einer Biocönose von den Lebensbedingungen abhängt, ist doch klar und eigentlich nie bestritten worden: im Bergbach lebt eine andere Organismenwelt als im Tümpel der Ebene, und die Besiedelung der nordischen Tundra ist grundverschieden von der des Tropenwaldes! Natürlich aber erklärt das „Milieu“ nicht alles! Denn wie im Einzelorganismus „Vererbung“ und „Anpassung“ die beiden Komponenten sind, aus denen das Gesamtbild des Individuums resultiert, so steckt auch in der „Biocönose“ stets ein historischer Faktor (vgl. II, Sep., S. 6), der nicht vernachlässigt werden darf. Und es kommt ganz auf die „historische Reaktionsbasis“ des betreffenden Forschers an, ob er geneigt ist, das historische Moment oder die aktuelle Milieugebundenheit bei der Analyse des Biocönosenproblems mehr hervorzukehren.

Lassen wir also die Milieubedingtheit der Biocönosen in diesem Zusammenhange auf sich beruhen (wenngleich die Lebensgemeinschaft z. B. des Seenprofundals uns hier besonders klare Aufschlüsse geben kann). Betrachten wir aber den Zusammenhang zwischen Lebensgemeinschaft und Lebensbedingungen einmal von der anderen Seite!

Die Lebensbedingungen beeinflußt durch die Lebensgemeinschaften!

Der Lebensraum wird verändert durch die Lebensgemeinschaft, die ihn besiedelt; RESWOY (vgl. oben) drückt dies so aus: „Jeder Milieuveränderung wird stets eine solche der Bevölkerung entsprechen; jede Veränderung in der Bevölkerung . . . muß entsprechende Milieuveränderungen hervorrufen.“ In dem eben behandelten Alsterbergschen Beispiel haben wir schon solche Milieuveränderungen kennengelernt; aber hier handelte es sich um einen reversiblen Prozeß, um (wie ich sie früher genannt habe, vgl. II u. 16) „rhythmische“ oder „cyclische“ Veränderungen, d. h. solche, die regelmäßig wieder „rückgängig gemacht werden durch die inneren Gesetze der Biocönose selbst und durch die des Biotops“. Denn der sedimentbildenden Tätigkeit des Planktons wirkt die sedimentzerstörende Arbeit der Bakterien entgegen, erst recht ermöglicht und verstärkt durch den Sedimenttransport der Tubificiden. Überwiegt aber die Sedimentbildung über die beiden anderen Faktoren, so wird aus dem reversiblen ein irreversibler Prozeß, die rhythmischen Veränderungen werden zu „säkularen“, d. h. solchen, die nicht wieder rückgängig gemacht werden.

Solche Verhältnisse können in faulschlamm-bildenden Seen vorhanden sein, wenn die Plankton-

produktion eine sehr reiche und dabei die Entwicklung der Bodenfauna aus irgendwelchen besonderen Gründen eine sehr geringe ist [sog. Diskrepanz oder Disharmonie der Teilproduktionen¹⁷⁾]. Dann findet selbstverständlich eine mehr oder weniger schnelle Auffüllung des Sees durch Sapropellager und damit eine Vernichtung des Sees selbst statt.

Bei den Dy oder Torfschlamm ablagernden Seen ist die Sedimentation wohl stets irreversibler Art; denn die Humusstoffe und z. T. auch die Eisenimprägnierung der Sedimente (nach ALSTERBERG) schränken das normale Bakterienleben auf ein Minimum ein und machen die bakterielle Zersetzung der Sedimente unmöglich oder erschweren und verzögern sie doch sehr. Dazu kommt, daß die Zahl der bodenbewohnenden Tubificiden, also der Sedimenttransporteure, hier überaus gering ist (meist weit unter 100 pro Quadratmeter. Zuweilen fast Null!) Die Planktonorganismen werden hier also in den Bodenablagerungen sozusagen einbalsamiert (ALSTERBERG).

So finden wir denn immer wieder diese zwei „Typen“ der Veränderungen des Biotops durch seine Biocönose, die „rhythmischen“ oder „cyclischen“, reversiblen, und die „säkularen“, irreversiblen, und beide können sowohl die physikalischen Eigenschaften des Biotops — durch Massenentwicklung lebender Organismen, vor allem von Pflanzen — den Chemosismus des Wassers — durch lebende und absterbende oder abgestorbene Organismen — oder die Form des Gewässers — durch lebende und abgestorbene Organismen — verändern.

So setzt z. B. starke Wasserblüte (d. h. Massenentwicklung von pflanzlichem Plankton) die Durchsichtigkeit des Wassers herab. Gerade in der Hauptvegetationszeit kann das Licht nur in ganz geringe Tiefen eindringen, und damit ist nur ein ganz schmaler Streif um den See herum in geringer Wassertiefe für untergetauchte, wurzelnde, höhere Wasserpflanzen bewohnbar. Die Massenentwicklung des Phytoplanktons in den oberen Wasserschichten speichert aber auch an der Oberfläche viel Sonnenwärme auf und verhindert dabei das Eindringen der Wärme in größere Tiefen, macht andererseits — nach Ansicht mancher Forscher — das Entweichen der Fäulnisgase aus dem Wasser zuzeiten unmöglich. So verändert die Wasserblüte physikalische wie chemische Bedingungen des Pelagials, Profundals und Litorals.

Und wie — unter den chemischen Faktoren — O₂-Gehalt und CaO-Gehalt des Wassers durch das Leben im See verändert werden, ist im Laufe der letzten beiden Dezennien in zahlreichen Untersuchungen festgestellt worden.

Ein einfaches — aber dabei doch großartiges Beispiel dafür, wie durch Organismen-tätigkeit die Form des ganzen Biotops umgestaltet worden ist, fanden wir kürzlich bei Quelluntersuchungen auf der Kreidehalbinsel Jasmund auf Rügen¹⁸⁾. Da entspringt in einer Schlucht zwischen Stubbenkammer und Lohme, die von ca. 80 m Höhe über

NN steil zur Ostsee herabfällt, etwa in halber Höhe eine Quelle. Die *Cratonuron* im Quellablauf haben den Kalk des Wassers im Gestalt von Moostuffen ausgeschieden und diese Tuffmassen jeweils hinter sich das Wasser aufgestaut, so daß eine ganze „Kaskade“ von Tuffblöcken, eine ganze Tufftreppe mit teilweise über meterhohen Stufen entstanden und so der ursprünglich gleichmäßige Abfall der Schlucht völlig verschwunden ist.

Bei den Seen stellen die Verlandungserscheinungen das typische Beispiel für die formunggestaltende Wirkung der Lebensgemeinschaften dar.

Die erste Phase — die oben geschilderte Erhöhung des Seebodens durch den planktogenen und litorigenen Detritus — geht langsam vor sich; ist sie aber erst einmal so weit vorgeschritten, ist die Wassertiefe erst einmal so gering geworden, daß das Licht überall bis zum Seeboden in genügender Stärke vordringen kann, dann geht's rapide weiter! Die untergetauchten Litoralpflanzen überziehen den ganzen Seeboden, die Ufervegetation, vor allem die Schilfwälder wachsen mehr und mehr in den See vor, die freie Wasserfläche verschwindet schließlich ganz: aus dem (eutrophen) See wird ein Sumpf, ein Flachmoor, wird schließlich festes Land!

Aber — und damit kommen wir zum springenden Punkt! — jede Veränderung des Biotops durch die Biocönose muß rückwirken auf die Biocönose selbst. „Wenn einerseits die Biocönose gleichsam ein Ergebnis der Eigenschaften ihres Biotops ist, und wenn andererseits diese Eigenschaften durch die Biocönose verändert werden, so ist es klar, daß eine Wechselwirkung zwischen Biocönose und Biotop besteht. Die Lebensgemeinschaft kann ihren Biotop derart umgestalten, daß sie sich damit selbst die Lebensmöglichkeit nimmt und einer anderen Biocönose Platz machen muß usw. . . Die Intensität solcher Wechselwirkung hängt von der Dichte der Besiedelung und der Selbständigkeit des Biotops ab . . .“¹⁶⁾

In den durch faulende Abwässer hochgradig verunreinigten Teilen unserer Gewässer tritt zuerst eine Organismenwelt auf, die durch ihre Lebenstätigkeit diese Faulstoffe zersetzt und damit das Wasser reinigt. Damit zerstört sie aber selbst das Milieu, an das sie unweigerlich gebunden ist; sie muß einer Lebensgemeinschaft weichen, die an ein weniger organisch gesättigtes Wasser angepaßt ist, bis auch diese wieder dem Wasser auch die letzte Fäulnis entzogen hat und echte Reinwasserorganismen allein herrschend werden.

Im See tritt dieses Wechselspiel zwischen Umwelt und Lebenserfüllung besonders klar in die Erscheinung, jener Wechselwirkung, die aus Biotop und Biocönose eine Einheit schafft, einen „Mikrokosmos“, wie man schon lange gesagt hat, oder eine „Lebenseinheit dritter Ordnung“, wie wir jetzt die lebenerfüllte Lebensstätte nennen wollen. Die topographische oder geographische Einheit des Sees wird zur höheren Lebenseinheit durch den Kreislauf der Stoffe, der sich in ihm abspielt, und

der in diesem Sinne ein letztes und höchstes Problem der Seenkunde bildet.

WERESTSCHAGIN¹⁹⁾ hat kürzlich einmal betont: „Der See ist die Einheit der einzig und reell in der Natur vorhandenen Summe vom Lebensraume plus Lebensgemeinschaft, eine limnologische Einheit.“ Das ist richtig, nur sollte man das Wort „Summe“ überhaupt lieber vermeiden, denn es handelt sich ja gerade darum, daß der See nicht die Summe, sondern die Einheit von Biotop und Biocönose darstellt. (Ja wir glauben, daß hier wohl vielleicht sogar der Drieschsche Begriffe der Ganzheit eine Rolle spielt, noch wissen wir es allerdings nicht.)

Die Seen als Lebenseinheiten versuchen wir allseitig zu erfassen und in ein System zu bringen — und so ist das Problem der biologischen Seetypen, das heutzutage so viel diskutiert ist, ebenfalls ein letztes und höchstes Problem der Limnologie.

* * *

Limnologie . . . ! Es ist aus dem Vorstehenden klar, daß es sich da um eine höchst eigenartige, ausgesprochen synthetische Wissenschaft handelt, mit der sich heute so viele Forscher befassen, und daß es sich wohl lohnt, die Struktur dieser Wissenschaft, ihre Aufgaben und letzten Ziele und ihre Stellung im System der Wissenschaften überhaupt zu untersuchen. Wir müssen bei solcher Analyse ausgehen von einer anderen Wissenschaft, die ebenfalls erst in den letzten Jahrzehnten sich ihrer Eigenart bewußt geworden ist und gleichfalls zahlreiche Jünger gefunden hat, von der Hydrobiologie²⁰⁾.

Was ist „Hydrobiologie“?

TSCHULOK hat in einem, auch jetzt noch, 15 Jahre nach seinem Erscheinen viel zuwenig bekannten Buche²¹⁾ sieben selbständige Disziplinen der Biologie unterschieden — und es hat meines Wissens bisher niemand etwas Stichhaltiges gegen diese Gliederung vorbringen können:

1. Die Verteilung der Organismen auf Gruppen nach dem Grade ihrer Ähnlichkeit (Klassifikation oder Taxonomie),
2. Die Gesetzmäßigkeiten der Gestalt (Morphologie),
3. Die Lebensvorgänge in den Organismen (Physiologie),
4. Die Anpassungen der Organismen an die Außenwelt (Ökologie),
5. Die Verteilung der Organismen im Raume (Chorologie),
6. Das zeitliche Auftreten der Organismen in der Erdgeschichte (Chronologie),
7. Die Herkunft der organischen Wesen (Genetik).

„Die Hydrobiologie ist eine ökologische Wissenschaft. Sie untersucht die Beziehungen der Wasserorganismen zu ihrer Umwelt, zu den Eigentümlichkeiten des Milieus; sie versucht die Besonderheiten, die die Lebewelt und die Lebensvorgänge im Wasser — im Gegensatz zum Lande — bieten, in Beziehung zu setzen zu den Besonderheiten des Me-

diums, jene aus diesen zu verstehen¹⁶⁾.“ Wie es kommt, daß sich gerade eine Ökologie der Wasserorganismen — und weiter eine Gesamtwissenschaft vom Leben *der* Gewässer — entwickelt hat, nicht aber auch eine Ökologie des Landes („Aerobiologie“), darüber wird am Schluß noch zu handeln sein.

Aber auch die Chorologie (oder Biogeographie) der Wasserorganismen rechnen wir zur Hydrobiologie. Denn sobald die Chorologie „über die einfache Statistik der Flora und Fauna hinaus, die realen Beziehungen zwischen Standort und Lebewesen ins Auge faßt, die Bedingungen der Verbreitung, die Verbreitungsmittel und Verbreitungs-

bestehen, daß eine scharfe Sonderung zwischen der Wissenschaft von den Einzelorganismen und der Wissenschaft von den Organismengesellschaften dem gegenwärtigen Stande der biologischen Wissenschaft am besten entspricht. Die Wissenschaft von den Organismengesellschaften hat sich in den letzten Jahren zu einer in hohem Grade selbständigen Wissenschaft ausgebildet, die ihre eigenen Wege geht und mit der ersteren durch keine Übergänge verbunden ist. Daß man beide Wissenschaften gewöhnlich gleichzeitig und parallel betreibt, und daß diese einander gegenseitig Dienste erweisen, vermindert nicht die logische Kluft zwischen beiden.“

		Forschungsgegenstand	
		Einzelorganismus (Flora und Fauna)	Organismengesellschaften (Vegetation)
		<i>Idiobiologie</i> (Grundeinheit: Die Arten)	<i>Biosozioologie oder Biocönolitik</i> (Grundeinheit: Die Assoziationen)
Forschungsproblem	1. Feststellen, Charakterisieren und Ordnen der Einheiten.	Systematik (Taxonomie)	Systematische (taxonomische) Biosozioologie (Gesellschaftssystematik)
	2. Äußere und innere Gestalt der Einheiten.	Morphologie	Analytische Biosozioologie (Gesellschaftsmorphologie)
	3. Die Lebensvorgänge in den Einheiten.	Physiologie	(Physiologische Biosozioologie, Symphysiologie)
	4. Entstehung und Veränderungen der Einheiten.	(Auto-)Genetik	Genetische Biosozioologie, Syngenetik
	5. Die Verteilung der Einheiten im Raume.	Autochorologie	Chorologische Biosozioologie Synchorologie
	6. Die Umgebung der Einheiten und ihr Einfluß auf sie.	Autökologie	Ökologische Biosozioologie, Synökologie
	7. Die Verteilung der Einheiten in der Zeit.	Autochronologie (Paläontologie)	Chronologische Biosozioologie, Synchronologie (Paläosozioologie, Sukzessionsforschung)

System der Biologie (nach DU RIETZ).

hindernisse untersucht' (TSCHULOK), zeigen sich mannigfache Anknüpfungen an die Ökologie — es braucht an dieser Stelle nicht näher hierauf eingegangen zu werden; es sei bloß an den Begriff der 'ökologischen Pflanzengeographie' erinnert! — und damit tritt auch hier wieder die wohlbegründete Trennung von Wasserlebewelt und Landlebewelt auf. Die chorologische Betrachtung der Organismenwelt des Wassers gehört ebenso wie die *rein* ökologische (beide im Sinne TSCHULOKS gefaßt) zur Hydrobiologie¹⁶⁾.

TSCHULOK kennt in seinem System ausschließlich die Biologie als Lehre von den Einzelorganismen; damit vernachlässigt er aber einen großen Zweig der biologischen Wissenschaften, der sich besonders auf botanischem Gebiete glänzend entwickelt hat, und sicher hat DU RIETZ (6, S. 27) recht, wenn er betont: „Es kann kaum ein Zweifel darüber

Das erste System der Biologie, das dieser Tatsache gerecht wird, hat GAMS⁸⁾ aufgestellt; wir geben hier das System der Biologie nach DU RIETZ (6, S. 28) wieder, das unserer Meinung nach dem gegenwärtigen Stande am meisten entspricht.

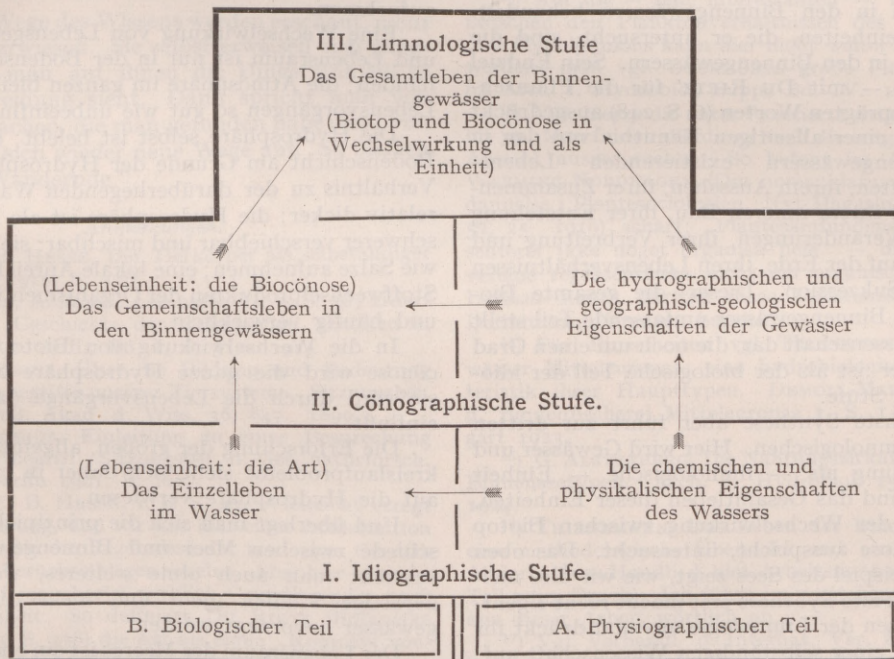
Und nun erhebt sich die Frage, ob auch von dem biosozioologischen (oder biocönotischen) Teil nur die Ökologie (also die Synökologie) und die Chorologie (Synchorologie) der Lebensgemeinschaften des Wassers zur Hydrobiologie gehört. Da ergibt sich denn die interessante Tatsache, daß — meiner Auffassung nach wenigstens — „die *gesamte* Lehre von den Organismengesellschaften im Wasser, die *gesamte* Hydrobiocönologie in den Rahmen der Hydrobiologie hineingehört! Und das kommt meines Erachtens daher, daß die qualitative und quantitative Eigenart einer jeden Biocönose bedingt, bestimmt ist durch die Eigenart der Lebens-

stätte (des Biotops), an die sie geknüpft ist, so daß im Begriff einer jeden Einzelbiocönose schon ihre bestimmte Beziehung zu ihrer Umwelt enthalten ist. Wohl kann die Morphologie und die Physiologie des Einzelorganismus völlig losgelöst von der Umwelt, in der er lebt, behandelt werden; denn die Körperform und Körperfunktion des Einzelorganismus ist zum größten Teil ja erblich bedingt und fixiert. Aber welche Anzahl und Auswahl von Arten, welche Menge von Individuen jeder Art eine Biocönose zusammensetzen und welche Korrelationen sich zwischen den Gliedern dieser Biocönosen abspielen, das ist ebenso von der Eigenart des Biotops bedingt, wie etwa die lokalen und säkularen Sukzessionen der Biocönosen einer Lebensstätte mit den physiographischen Wandlungen dieser Stätte in Beziehung stehen. Und wenn es Aufgabe der Hydrobiologie ist, die Beziehungen der Lebewelt des Wassers zu ihrem Milieu, ihrer

Einzelorganismus betrachtet und die Probleme der Lebensgemeinschaften ganz ausschaltet, auch die Biocönotik ihren Beitrag zur sog. „allgemeinen Biologie“⁽²²⁾ liefert bzw. liefern wird.]

Es gehört also neben der Autökologie und Autochorologie der Wasserorganismen die gesamte Biozoologie oder Biocönotik des Wassers zur Hydrobiologie!

Meere und Binnengewässer sind die beiden Hauptgruppen der Gewässer, und so wird man eine Hydrobiologie des Meeres und der Binnengewässer unterscheiden können. Diese Einteilung ist zwar anscheinend eine äußerliche: daß ihr aber doch recht wichtige Unterschiede zugrunde liegen, wird noch zur Sprache kommen. Uns interessiert hier nur die „Hydrobiologie der Binnengewässer“, die Limnologie. In welchem Verhältnis aber steht sie zur Limnologie, der Wissenschaft von den Binnengewässern überhaupt? Hierzu ein Schema:



Die drei Stufen der limnologischen Forschung.

Umwelt, *allein* zu erforschen, so gehört somit alles, was sich wissenschaftlich über die Lebensgemeinschaften im Wasser ausmachen läßt (*vielleicht* mit Ausnahme der biocönologischen Systematik) unbedingt zur Hydrobiologie. Allerdings ausgearbeitet ist in diesem Gebiete noch nicht allzuviel, und GAMS' und DU RIETZ' System der Biologie stellt in seiner biocönologischen Hälfte daher — vor allem für die Hydrosphäre — mehr ein Programm dar für zukünftige Forschungen als ein System des schon bestehenden⁽²⁵⁾.

[Nebenbei sei hier bemerkt, daß, wofern man „Biologie“ nicht nur als die Wissenschaft vom

Zwei Teile wirken zusammen, ein physiographischer und ein biologischer; wie sich der letztere in das System der Biologie eingliedert, ist eben kurz dargelegt worden.

Drei Stufen bauen sich übereinander auf.

In der niedersten, der idiographischen, untersucht der physiographische Teil die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Wassers, und der biologische Teil versucht aus diesen die Eigentümlichkeiten im Bau (und der Verbreitung) der einzelnen Pflanzen- und Tierarten der Gewässer zu verstehen; das autökologische Formproblem bildet seinen Hauptinhalt. Er baut auf auf Botanik und

Zoologie einerseits, Wasserphysik und -chemie andererseits, ist also selbst schon synthetisch; der physiographische Teil dagegen ist selbständig, braucht zu seinem Verständnis den biologischen Teil nicht.

In der zweiten Stufe, der cönographischen, stellt der physiographische Teil eine Analyse der hydrographischen und geographisch-geologischen Eigenschaften der Gewässer bzw. ihrer Biotope dar; er baut natürlich auf auf den allgemeinen chemischen und physikalischen Eigenschaften des Wassers, doch interessiert ihn nicht mehr das Wasser im allgemeinen, als flüssiges Element, sondern die Einzelwasseransammlung; die „Gewässer“ sind es, die hier den Gegenstand der Forschung bilden, d. h. die Gewässer ohne ihre Organismenerfüllung. Auch dieser Teil ist aus sich heraus, ohne sein biologisches Gegenstück, verständlich. Auf ihn sowie auf den idiographisch-biologischen Teil gründet sich der biologisch-cönographische Teil, der das Gemeinschaftsleben in den Binnengewässern behandelt. Die Lebensinheiten, die er untersucht, sind die Biocönos in den Binnengewässern. Sein Endziel können wir — mit DU RIETZ' für die Pflanzensoziologie geprägten Worten (6, S. 248) ausgedrückt — sehen in einer allseitigen Kenntnis von den in den Binnengewässern existierenden Lebensgemeinschaften, ihrem Aussehen, ihrer Zusammensetzung und ihrem inneren Bau, ihrer Entstehung und ihren Veränderungen, ihrer Verbreitung und Verteilung auf der Erde, ihren Lebensverhältnissen und ihrer Sukzession. Dieser, die gesamte Biocönotik der Binnengewässer umfassende Teil stellt also eine Wissenschaft dar, die noch um einen Grad synthetischer ist als der biologische Teil der idiographischen Stufe.

Die höchste Synthese aber führt zur dritten Stufe, der limnologischen. Hier wird Gewässer und Lebenserfüllung als — limnologische — Einheit betrachtet und das Gesamtleben dieser Einheiten, das sich in der Wechselwirkung zwischen Biotop und Biocönose ausspricht, untersucht. Das oben gegebene Beispiel des Sees zeigt, wie wir dies meinen. Diese letzte Synthese erst macht recht eigentlich das Wesen der Limnologie aus und drückt ihr den Stempel einer selbständigen Wissenschaft auf!

Limnologie ist also keine Physiographie und keine Biologie mehr, sondern ein Zusammenschluß beider zur Einheit.

Wollen wir sie einer anderen Wissenschaft summieren, so bietet sich uns hierfür nur die Geographie dar, wobei wir allerdings auch „Geographie“ in einem höchsten Sinne fassen müssen.

* * *

Zum Schluß noch einige Worte zur Beleuchtung der sicher eigentümlichen Tatsache, daß es zwar eine Hydrobiologie (und darauf aufbauend eine Wissenschaft vom Gesamtleben der Gewässer) gibt, daß sich aber höchstens schwache Ansätze zu einer Parallelwissenschaft von der Eigenart, die das Land- oder, besser gesagt, Luftleben den Or-

ganismen aufprägt, also zu einer „Aerobiologie“, finden.

Man hat darauf hingewiesen²⁰⁾, daß etwa drei Viertel der Erdoberfläche vom Wasser bedeckt sind, daß die Wasserlebewelt die primitiveren Typen aufweise, daß die Wasserorganismen vor allem lebend technisch leichter zu studieren seien als die Landformen usw. Damit trifft man natürlich den Kern der Sache in keiner Weise: die Entwicklung, die eine Wissenschaft genommen hat, wird durch das Herausschälen solcher Äußerlichkeiten nicht erklärt!

Wir kommen aber dem Hauptmoment, das hier eine Rolle spielt, wohl nahe, wenn wir uns folgendes vergegenwärtigen:

Die Atmosphäre selbst ist unbelebt; die Lebewelt des Landes überzieht in dünner Schicht den Boden; ihre Stoffwechselprodukte können sich in der Atmosphäre nirgends lokal anreichern; denn diese ist gasförmig und daher überaus leicht beweglich und mischbar und kann bestfalls nur Gase aufnehmen.

Eine Wechselwirkung von Lebensgemeinschaft und Lebensraum ist nur in der Bodenschicht vorhanden; die Atmosphäre im ganzen bleibt von den Lebensvorgängen so gut wie unbeeinflusst.

Die Hydrosphäre selbst ist belebt; die belebte Bodenschicht am Grunde der Hydrosphäre ist im Verhältnis zu der darüberliegenden Wasserschicht relativ dicker; die Hydrosphäre ist als Flüssigkeit schwerer verschiebbar und mischbar; sie kann Gase wie Salze aufnehmen; eine lokale Anreicherung von Stoffwechselprodukten der Organismen ist möglich und häufig verwirklicht.

In die Wechselwirkung von Biotop und Biocönose wird die ganze Hydrosphäre einbezogen, sie wird durch die Lebensvorgänge dauernd beeinflusst.

Die Erforschung der großen, allgemeinen Stoffkreislaufprobleme sieht sich daher in erster Linie auf die Hydrosphäre verwiesen.

Und überlegt man sich die prinzipiellen Unterschiede zwischen Meer und Binnengewässern, so versteht man auch ohne weiteres, weshalb für derartige Studien mehr und mehr die Binnengewässer bevorzugt werden:

Der Lebensraum des Meeres ist ein einheitlicher, dessen Einzelteile im allgemeinen kontinuierlich ineinander übergehen. Die Besiedelung des Bodens tritt bei der im Verhältnis zur Fläche und zum Volumen des freien Wassers geringen Uferentwicklung relativ zurück hinter dem Plankton. Bei der mächtigen Ausdehnung des aphotischen, d. h. lichtlosen, grünen Pflanzen unzugänglichen Bezirks ist die Beeinflussung des Milieus durch seine Lebenserfüllung relativ gering.

Die Binnengewässer stellen räumlich mehr oder weniger scharf voneinander getrennte Einzelbiotope dar mit überaus verschiedenem Milieu. Bodenbesiedelung und Besiedelung des freien Wassers spielen beide eine bedeutende Rolle, ja es kann (fließende Gewässer) die Bodenbesiedelung weit überwiegen. Bei der sehr geringen Ausdehnung

aphotischer Bezirke ist die Lebensdichte innerhalb der Binnengewässer eine große, daher auch die Veränderung des Milieus durch die Organismen stark.

* * *

Vom Beispiel des Sees als einer Lebensinheit ausgehend, haben wir versucht, Wesen, Probleme und letzte Ziele der modernen Limnologie kurz zu umreißen. Dieses skizzenhaft angelegte Bild, das bis jetzt im allgemeinen nur grösste Umriss zeigt, aber doch schon die geschlossene Komposition erkennen läßt, nach der ein jeder strebt, der an seiner Vollendung arbeitet, wird durch die Forschung unserer Tage mit immer lebhafteren Farben und klareren Formen erfüllt.

Die Limnologie der Gegenwart geht auf neuen Bahnen, weist auf neu zu erschließende Gebiete.

Auch für sie gilt das Wort, mit dem DACQUÉ ein ebenso eigenartiges wie gedankenreiches Buch²³⁾ beginnt:

„Neue Wege des Wissens werden erschaut, nicht begrifflich erwiesen. Sie selbst erweisen sich gangbar, wenn man auf ihnen die Dinge sinnvoll in neuer Aufreihung sieht. Dann spricht man von neuen Tatsachen, die man gefunden habe; und von da aus tun sich wieder neue Wege auf. So bleiben wir ewig Wandernde.“

Anmerkungen.

¹⁾ Vgl. R. HESSE, Der Tierkörper als selbständiger Organismus 1910, S. 33ff.

²⁾ CUVIER, Anatomie comparée Tl. I, S. 38; zitiert nach RÄDL, Geschichte der biologischen Theorien in der Neuzeit 2. Aufl., Bd. I, S. 312. 1913.

³⁾ K. MÖBIUS, Über die Bildung und Bedeutung der Gruppenbegriffe unserer Tiersysteme. Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. 36, 847. 1890.

⁴⁾ K. MÖBIUS, Einleitung zu einer Besprechung über den Artbegriff. Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde. Berlin 1901, S. 267.

⁵⁾ Vgl. Z. B. HESSE, l. c. S. 47. Vielleicht erregt es Verwunderung, daß wir uns hier einer Artdefinition anschließen, die die Ergebnisse der modernen Genetik gar nicht zu berücksichtigen scheint. Aber hier herrscht in bezug auf mancherlei wirklich Grundlegendes noch wenig Einigkeit. So definiert DU RIETZ (Botaniska Notiser 1923, S. 238) die Art als einen „Komplex von einander nahestehenden Genotypen, der gegen andere Genotypenkomplexe natürlich abgegrenzt ist“. Und demgegenüber liest man: „Genotypus ist . . . ein immaterieller Kräftekomplex . . . Insbesondere sollte die Verwendung des Begriffes Genotypus für Individuen, der man oft begegnet, grundsätzlich vermieden werden“ (PRELL im Zool. Anzeiger 54, 220 u. 224. 1922). Vorläufig entspricht die „alte“ Fassung des Artbegriffs wohl doch noch der allgemeinen Auffassung! Man vergleiche aber die Unterscheidung zwischen „phänotypischer“ (= systematischer) und „genotypischer“ Art („eine überindividuelle, sehr reale Potenz höherer Ordnung“), die DACQUÉ (Vergleichende biologische Formenkunde der fossilen niederen Tiere, S. 195—215. Berlin 1921) vornimmt. So wichtig und richtig in theoretischer Hinsicht DACQUÉ'S Darstellung ist — wenn sie auch (bewußt) aus dem rein Naturwissenschaftlichen ins Metaphysische hinüberspielt —, für die Praxis

der biologischen Forschung läßt sich mit ihr vorläufig noch nicht viel anfangen.

⁶⁾ G. E. DU RIETZ, Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. Upsala 1921. Eine scharfe und klare Auseinandersetzung über die Grundbegriffe der „pflanzlichen“ und „tierischen“ Soziologie gibt J. LUNDBECK in einer demnächst erscheinenden Arbeit („Die Bodentierwelt norddeutscher Seen“).

⁷⁾ E. SCHMID, Vegetationsstudien in den Urner Reußtälern S. 11—12. Ansbach 1923.

⁸⁾ H. GAMS, Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Vierteljahrsschr. d. Naturforsch.-Ges. Zürich 63. 1918.

⁹⁾ G. J. WERESTSCHAGIN, Zur Frage der Biocönosen und Stationen in Gewässern. Russ. Hydrobiol. Zeitschr. 2, Nr. 3/4. 1923.

¹⁰⁾ P. D. RESWOY, Zur Definition des Biocönosebegriffs. Russ. Hydrobiol. Zeitschr. 3, Nr. 8/10. 1924.

¹¹⁾ Vgl. THIENEMANN, Lebensgemeinschaft und Lebensraum. Naturwiss. Wochenschr. N. F. 17, Nr. 20 u. 21. 1918.

¹²⁾ Auf die — sehr interessanten — Unterschiede zwischen den Planktonverhältnissen des Epilimnions und Hypolimnions kann hier nicht weiter eingegangen werden; man vgl. UTERMÖHLS große Planktonarbeit im Arch. f. Hydrobiol. Suppl.-Bd. IV. 1925.

¹³⁾ Vgl. hierzu die unter ¹¹⁾ zitierte Arbeit Sep. S. 38 bis 39. Man findet allerdings auch die entgegengesetzte Ansicht ausgesprochen. So betont im Anschluß an WARMING NORDHAGEN (Om nomenklatur og begrepsdannelse i Plantesociologien. Nyt Magazin for Naturv. 57, 25. 1919) scharf: „Plantesaufundene . . . repraesentierer ikke noget organisk hele“ — die Pflanzenvereine repräsentieren nicht ein organisches Ganzes. Letzten Endes dürften diese Differenzen aber auf Definitionsdifferenzen beruhen!

¹⁴⁾ Für Einzelheiten vgl. THIENEMANN, Die Gewässer Mitteleuropas; eine hydrobiologische Charakteristik ihrer Haupttypen. DEMOLL-MAIER, Handb. d. Binnenfischerei Mitteleuropas 1, S. 1—84. Stuttgart 1923.

¹⁵⁾ G. ALSTERBERG, Die Nahrungszirkulation einiger Binnenseetypen. Arch. f. Hydrobiol. 15, 291—338. 1924.

¹⁶⁾ THIENEMANN, Das Leben der Binnengewässer; eine methodologische Übersicht und ein Programm. Abderhaldens Handb. d. biol. Arbeitsmethoden Abt. IX, Teil 2 (im Druck). Ich führe im vorstehenden Manches aus dieser Arbeit wörtlich an.

¹⁷⁾ Vgl. Verhandl. d. Internat. Ver. f. theoret. u. angew. Limnologie Innsbruck S. 58 u. 59. Stuttgart 1924.

¹⁸⁾ GG. PETERSEN, Hydrogeologische Studien auf Jasmund (Rügen). Arch. f. Hydrobiol. 16. 1925 (im Druck).

¹⁹⁾ G. WERESTSCHAGIN, Die Ungleichartigkeit der verschiedenen Teile eines Sees und ihre Bedeutung für die Aufstellung der Seetypen. Verhandl. d. Internat. Ver. f. theoret. u. angew. Limnologie Innsbruck. S. 225.

²⁰⁾ THIENEMANN, Hydrobiologie als selbständige Wissenschaft und die Gründung einer Anstalt für die Hydrobiologie der Binnengewässer. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie, Biol. Suppl. in Bd. VI, H. 4. 1914. — THIENEMANN, Die Notwendigkeit der Begründung eines Institutes für die Hydrobiologie der Binnengewässer. Verhandl. d. Dtsch. Zool. Ges. Freiburg 1914; vgl. auch ¹⁶⁾.

21) TSCHULOK, Das System der Biologie in Forschung und Lehre. Jena 1910; vgl. dazu ⁶⁾, S. 20-24.
 22) MAX HARTMANN schreibt in seiner „Allgemeinen Biologie“, Jena 1925, S. 17-18: „Wenn somit auch die allgemeine Biologie in dem Sinne, wie wir sie auffassen, in erster Linie Biologie der Zelle ist, so erschöpft sie sich aber doch nicht darin, zum mindesten nicht bei dem heutigen Stande der Forschung. Denn viele allgemeine Erscheinungen des Lebens, z. B. die Reizerscheinungen, sind Vorgänge allgemeiner Natur und äußern sich doch nur oder vorwiegend an dem aus Zellen zusammengesetzten pflanzlichen und tierischen System

als Ganzem. Daher gehören auch solche ebenfalls nur in den Systemen als Ganzem in die Erscheinung tretenden Vorgänge, wie die der Vererbung, der Variabilität, der Ontogenie, der Artbildung usw., zum Inhalt einer allgemeinen Biologie.“ Und wenn an den „Lebens-einheiten zweiter Ordnung“, den Biocönosen allgemein gültige Gesetzmäßigkeiten nachgewiesen werden, so gehören auch diese zur „allgemeinen Biologie“.

23) E. DACQUÉ, Umwelt, Sage und Menschheit. Eine naturhistorisch-metaphysische Studie 2. Aufl. München 1924.

Florida- und Antillenstrom. Eine hydrodynamische Untersuchung¹⁾.

Von LOTTE MÖLLER, Berlin.

Zwei Methoden stehen für die quantitative Erfassung der Meereszirkulation zur Verfügung, eine ältere, mehr hydrostatisch begründete von MOHN und die neuere hydrodynamische von BJERKNES. Diese ist von geringerer Anschaulichkeit, aber rechnerisch einfacher als die erstere, da sie die Gesamtheit der Erscheinungen in einer einzigen hydrodynamischen Gleichung zusammenfaßt.

BJERKNES geht von der Kelvinschen Zirkulation aus und findet für sie die Gleichung

$$\frac{dC}{dt} = - \int v dp - 2 \omega \sin \varphi (c_0 - c_1) L - R,$$

worin s eine geschlossene Kurve aus 2 Stationsvertikalen und 2 Niveaulinien bedeutet, $\frac{dC}{dt}$ die Zirkulationsbeschleunigung, v das spezifische Volumen, dp die Druckzunahme, c_0 und c_1 die Geschwindigkeitskomponenten senkrecht zum Schnitt für 2

lenten Reibung gegenüber dem Integral zu vernachlässigen ist. Dann ist: $c_0 - c_1 = \frac{-s \int v dp}{2 \omega L \sin \varphi}$ mit genügender Annäherung zu berechnen, wenn eine Querschnittskurve durch den Wind nicht vorhanden ist, die die Neigung der Isolinien, welche dem inneren Kraftfelde entsprechen, ändern und dadurch eine andere Geschwindigkeitskomponente senkrecht zum Schnitt bedingen würde. (Fig. 1.)

Die Methode von BJERKNES liefert also Geschwindigkeitsdifferenzen, relative Geschwindigkeiten, und keine absoluten. Nach dieser Methode haben HELLAND-HANSEN und NANSEN in „The Norwegian Sea“, NANSEN in „The Waters of the Northeastern North-Atlantik“, und SANDSTRÖM in „The Hydrodynamics of Canadian Atlantic Waters“, die Temperatur- und Salzgehaltsbeobachtungen zur Berechnung der relativen Stromgeschwindigkeiten verwendet. Annahmen über die Tiefenlage einer Nullschicht der Geschwindigkeit sind selten absolut sicher zu machen, und daher auch ähnlich unsicher die absoluten Werte der Geschwindigkeit, die als Differenzen gegen die Werte der Nullschicht erhalten worden sind. Eine Nachprüfung solcher Werte der Berechnung durch Strombeobachtungen ist nur einmal bisher unternommen worden, von NANSEN bei Spitzbergen. Es scheinen jedoch diese Versuche nicht voll befriedigend ausgefallen zu sein. Wertvoll ist daher —, weil sie eine fühlbare Lücke ausfüllt — eine neue Studie von G. WÜST: *Florida- und Antillenstrom, eine hydrodynamische Untersuchung*. In dieser Abhandlung werden die Resultate der Berechnungen einzelner Schnitte des Floridastromes, die für die Anwendung der Bjerknesschen Methode hervorragend geeignet sind, an den Ergebnissen von Strombeobachtungen geprüft und auf diese Weise ein Maßstab für die Anwendbarkeit der BJERKNESschen Methode auf hydrographische Schnitte gewonnen.

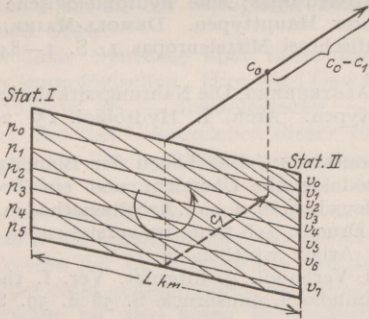


Fig. 1. $c_0 - c_1 = \frac{-s \int v dp}{2 \omega L \sin \varphi}$.

verschiedene Tiefen und L die Entfernung zweier Stationenvertikalen. Aus der Gleichung läßt sich die Geschwindigkeitsdifferenz $c_0 - c_1$ berechnen, wenn die Bewegungen nahezu stationär verlaufen, also $\frac{dC}{dt} = 0$ gesetzt werden kann, und wenn in scharf geschichtetem Wasser die Größe der turbu-

1) G. WÜST, Florida- und Antillenstrom, eine hydrodynamische Untersuchung. Veröffentlichungen des Institutes für Meereskunde 1924.

Dampfers „Bache“ aus dem Jahre 1914, die Salzgehalts- und Temperaturreihen enthalten. Die Beobachtungsstationen sind in 4 Profilen angelegt [Fig. 2¹⁾], die fast rechtwinklig die Floridaenge

LETTS mit einem Siemensschen Widerstandsthermometer und einem Miller-Casella-Thermometer erwähnt, die den Beweis erbrachten, daß die mit dem Maximum-Minimum-Thermometer beobach-

Tiefenkarte der Floridastraße

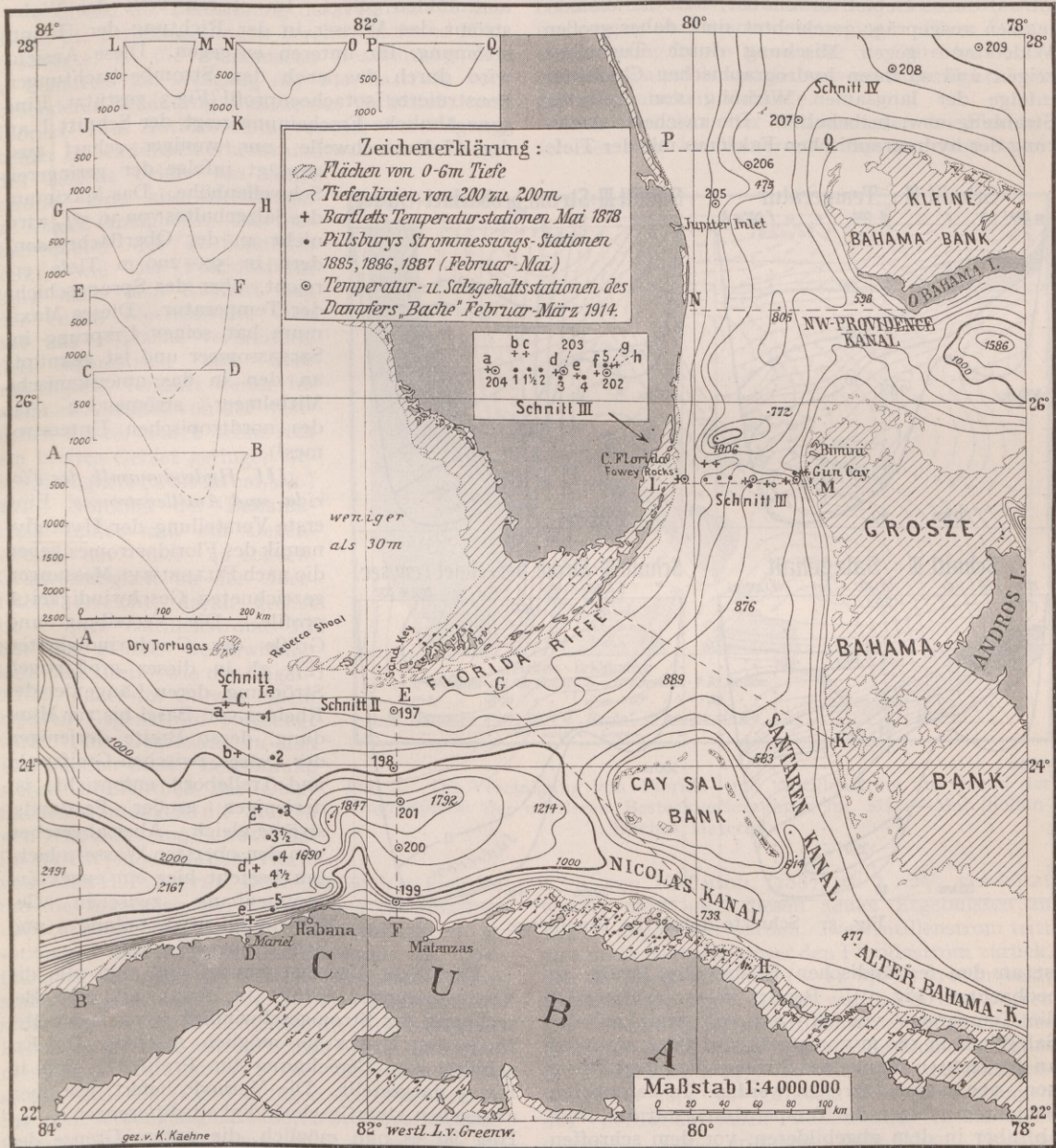


Fig. 2.

schnneiden. In dem Bericht über das Quellenmaterial seien besonders die Vergleichsserien BART-
¹⁾ Fig. 2 bis 4 sind der Arbeit von G. Wüst (Veröff. d. Inst. f. Meereskunde, Reihe A, Heft 12) entnommen.

teten Inversionen reell, aber abgeschwächt sind. Bemerkenswert ist auch die Tatsache, daß PILLSBURY mit seinem Schiffe „Blake“ auf 4200 m in starker Strömung ankern konnte und einwandfrei

Richtung und Geschwindigkeit des Stromes maß. Eine Kritik der modernen Beobachtungen wurde mit Hilfe einer Dichteberechnung und der Beziehung zwischen Temperatur und Salzgehalt durchgeführt.

II. Schichtung der Wassermassen: Die Beziehung ist auf dieses Gebiet anwendbar, weil die Wassermassen ausgeprägt geschichtet sind, daher großen Widerstand gegen Mischung durch Turbulenz zeigen und so ihren hydrographischen Charakter infolge der langsamen Wirkung von Leitung, Strahlung usw. beibehalten. Die rascheste Änderung der hydrographischen Faktoren mit der Tiefe

sich 200 m über dem Boden in der Haupttrinne ein Temperaturminimum von 6° , darunter noch ein sekundäres Maximum von 9° . Diese eigenartige Erscheinung wird von G. Wüst als die Wirkung einer Grundwalze aufgefaßt, wie sie sich in den Flüssen bei plötzlichen Tiefenänderungen ebenfalls auszubilden pflegt. Im oberen Teile der Walze strömt das Wasser in der Richtung der Hauptströmung, im unteren entgegen. Diese Ansicht wird durch das nach den Strombeobachtungen konstruierte Isotacheprofil (Fig. 3) gestützt. Eine ganz ähnliche Erscheinung zeigt der Schnitt I an der Habanaschwelle, nur weniger scharf ausgeprägt infolge der geringeren Schwellenhöhe. Das Maximum des Salzgehaltes von $36,5^{\circ}/_{00}$ wird nicht an der Oberfläche, sondern in 50–200 m Tiefe erreicht, über der Sprungschicht der Temperatur. Dieses Maximum hat seinen Ursprung im Sargassomeer und ist geknüpft an den in das amerikanische Mittelmeer strömenden Ast des nordtropischen Unterstromes¹⁾.

III. Hydrodynamik des Florida- und Antillenstromes. Eine erste Vorstellung der Hydrodynamik des Floridastromes geben die nach PILLSBURYS Messungen gezeichneten Geschwindigkeitsprofile. Die Verteilung und Größe der Geschwindigkeiten (Fig. 3) in dieser großartigen Strömung, deren Länge der des Rheines von Basel bis zur Mündung, deren Breite derjenigen der Ostsee zwischen Greifswald und Trelleborg entspricht, ist derjenigen großer Festlandsströme gleich. Aber abgesehen von den obersten Wasserschichten besteht hier ein enger Zusammenhang zwischen Geschwindigkeitsverteilung und Schichtung (Fig. 3).

Für diese Meeresströmung sind nun alle die Voraussetzungen erfüllt (s. oben), die eine Berechnung der Stromgeschwindigkeit nach der Methode von BJERKNES möglich machen. Die Ergebnisse der Berechnung für Profil III sind in Fig. 3 dargestellt. Die Methode liefert, wie oben angegeben, stets Geschwindigkeitsdifferenzen $c_0 - c_1$. Hier ist es nun möglich, die untere Grenze des Floridastromes, also die Nulllinie der Geschwindigkeit, nach den Temperatur- und Salzgehaltsprofilen einwandfrei festzulegen und so absolute Werte zu erhalten. Der Vergleich der Darstel-

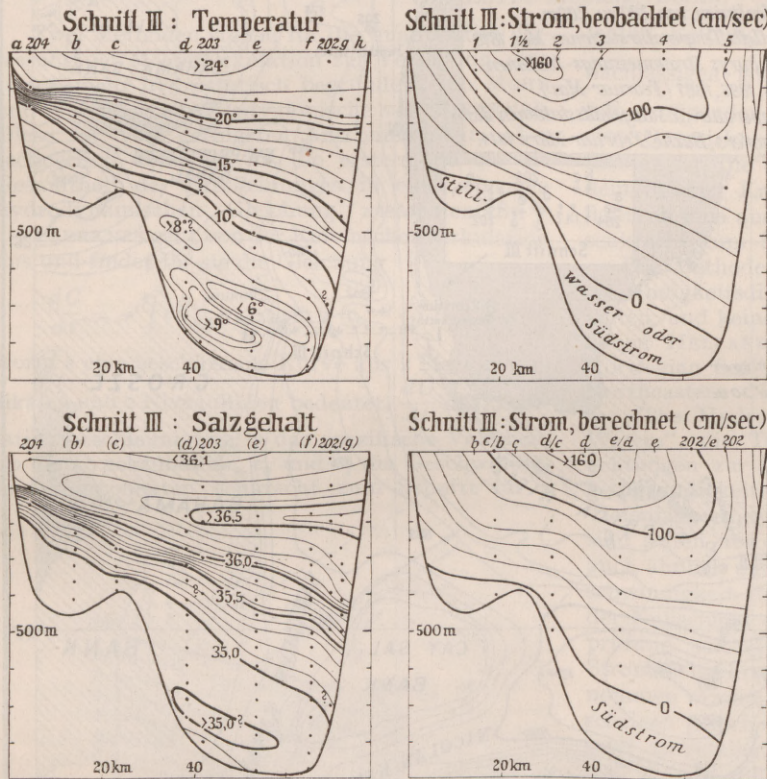


Fig. 3. Schnitte durch die Biminienge.

ist an den festländischen Küsten der Profile zu beobachten [Fig. 3¹⁾]. Bereits in 150 m Tiefe ist die Temperatur von 21° auf 10° gesunken, der Salzgehalt in 180 m von $36,2^{\circ}/_{00}$ auf $35^{\circ}/_{00}$, während an der rechten Flanke des Stromes dieselben Werte 500–700 m tiefer erreicht werden. In den oberen Schichten nehmen die Temperaturen mit der Tiefe ab, aber in dem abgebildeten, vor dem schroffen Anstieg der Biminishwelle liegenden Profile findet

¹⁾ Profil III wurde wiedergegeben, weil für dieses Profil Temperatur-, Salzgehalts- und Strombeobachtungen vorliegen, für Profil I nur Temperatur- und Strombeobachtungen, für Profil II und IV Temperaturen und Salzgehalte.

¹⁾ Vgl. MERZ-WÜST: Die atlantische Vertikalzirkulation. Zeitschr. der Ges. f. Erdk. 1922 und 1923.

lungen der beobachteten und der berechneten Strömungen zeigt eine außerordentlich gute Übereinstimmung der absoluten Werte der Geschwindigkeiten und des Verlaufs der Isotacheen (Fig 3), da die Voraussetzungen der Methode in diesem Stromgebiet fast restlos erfüllt sind.

Während die Berechnung des Profiles III das durch die Strommessungen bereits bekannte Bild bestätigte, ist die dynamische Bearbeitung des 4. Schnittes am Ausgang der Floridastraße von besonderer Bedeutung, weil sie das Verhältnis vom Florida- zum Antillenstrom vor der Vereinigung beider zu bestimmen erlaubt und weil sie die Frage des Anteils beider am Golfstrom, eine alte Streitfrage, zu klären ermöglicht. Das Isotacheenbild des 4. Schnittes zeigt, wie der Floridastrom kurz nach dem Austritt aus der engen Meeresstraße sich auf das $1\frac{1}{2}$ fache verbreitert, der Stromstrich mit über 140 cm/sek. verläuft weiter im gleichen Abstand von der westlichen Küste, östlich dehnt sich ein breites Gebiet geringer Geschwindigkeit (0 bis 20 cm/sek.) aus. Nördlich der Bahama-Bank findet sich ein Gegenstrom, der über 40 cm/sek. Geschwindigkeit an der Oberfläche erreicht, daran grenzt im O. der Antillenstrom. Er hat die gleiche Geschwindigkeit und Breite wie der Gegenstrom, da er im O. von einem zweiten Gegenstrom eingengt wird. Im Gegensatz zu den Ergebnissen dieser Berechnung stehen hinsichtlich der Oberflächenströmungen die Karten von KRÜMMEL und SCHOTT, dafür spricht jedoch die neue Karte von HANS H. F. MEYER. Da ihr Maßstab zu klein ist, um die Ergebnisse der Berechnung im einzelnen nachzuprüfen, hat G. WÜST nach den Stromversetzungen des holländischen Materials die Oberflächenströmungen des Gebietes in größerem Maßstabe neu konstruiert (Fig. 4). Das erhaltene Bild stützt bis in die Einzelheiten die Ergebnisse der Berechnung. Eine weitere Stütze bieten die Strommessungen PILLSBURYS: die Oberflächenwerte seiner Stationen 31 und 44 fügen sich dem nach den Stromversetzungen gezeichneten Stromverlauf vollkommen ein. Hinzu kommt noch ein weiterer Beweis für die Richtigkeit des Strombildes: die auf

die Richtung des Profils IV reduzierten Strommessungen der Stat. 31 stimmen ausgezeichnet mit dem Resultat der dynamischen Berechnung zwischen den Profilstationen 210 und 211 überein. Die Ergebnisse der Berechnung der Geschwindigkeit aus Temperatur und Salzgehalt stehen in den behandelten Schnitten in Einklang mit den Strommessungen und Stromversetzungen. Diese Übereinstimmung ist ein Beweis für die Güte des Beobachtungsmaterials und die Anwendungsmöglichkeit der dynamischen Methode.

Das Verhältnis der Wassermassen des Floridastromes zum Antillenstrom, das ursprünglich zu

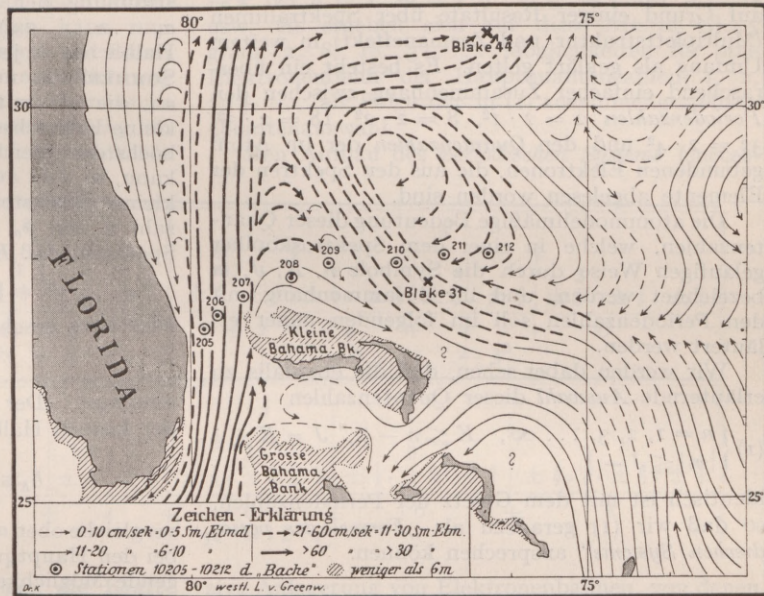


Fig. 4. Die Vereinigung von Florida- und Antillenstrom auf Grund der Eingradpfeile der mittleren Besteckversetzungen im März—Mai (holländisches Material).

1 : 8, von KRÜMMEL (1887) zu 1 : $2\frac{3}{4}$ geschätzt wurde, muß nach diesen neuen Ergebnissen zu $1\frac{3}{4}$: 1 angegeben werden. Der Antillenstrom tritt also an Bedeutung hinter den Floridastrom zurück, der 80 bis 90 km³/std. (= 21 bis 25 · 10⁶ m³/sek.) transportiert. 75% davon werden in den oberen 300 m verfrachtet, im Antillenstrom bis zu gleicher Tiefe nur 59%. Mit diesen Wassermassen führt der Floridastrom 44,5 · 10¹⁰ Cal./sek., der Antillenstrom nur 20,3 · 10¹⁰ Cal./sek. Die Wärmemengen des nordatlantischen Golfstromes entstammen demnach zum größeren Teile dem Florida-strome.

Warum hat das System der chemischen Elemente die Periodenlängen 2, 8, 8, 18, 18, 32?

Von A. LANDÉ, Tübingen.

Seit KOSSELS großangelegtem Versuch, die chemischen Eigenschaften der Elemente auf Grund ihrer Elektronenanordnung zu verstehen, ist das Rätsel des periodischen Systems und im besonderen die Frage nach dem Ursprung der Perioden von 2, 8, 8, 18, 18, 32 Elementen zu einer Spezialfrage aus der Quantentheorie des Atombaus geworden. Diese Frage darf wohl heute, dank den Forschungen besonders von BOHR, STONER und PAULI und auf Grund einiger Resultate über Spektrallinien (Multiplettstruktur und Zeemaneffekt) in weitem Umfang als geklärt gelten. Es besteht ein überraschend einfacher Zusammenhang zwischen den *Periodenzahlen* $2 = 2 \cdot 1^2$, $8 = 2 \cdot 2^2$, $18 = 2 \cdot 3^2$, $32 = 2 \cdot 4^2$ und den *Quantenzahlen* der im Atom gebundenen Elektronen, die aus den Spektren der Elemente abgelesen worden sind.

Die atommodellmäßige Bedeutung dieser Quantenzahlen, welche in einer dem Spektroskopiker geläufigen Weise durch die Symbole n , K , J , m bezeichnet werden, und ihr Zusammenhang mit den Periodenzahlen soll im folgenden näher erläutert werden.

Wir werden dabei sehen, daß die ebenfalls zu erläuternde *Auswahl* dieser Quantenzahlen

$$(1) \begin{cases} n = 1, 2, 3, \dots, \infty, & K \leq n - \frac{1}{2}, & J = K \pm \frac{1}{2} \\ |m| \leq J - \frac{1}{2} \end{cases}$$

identisch ist mit dem Gesetz der Periodenzahlen, so daß wir (1) geradezu als „*Formel des periodischen Systems*“ ansprechen können.

n) Die Bahn eines jeden Elektrons, welches sich am Aufbau eines Atoms beteiligt, ist in gewisser Annäherung eine *Ellipse*. Nach BOHR ist nur eine beschränkte Auswahl solcher Ellipsen wirklich zugelassen; die *große Halbachse* a einer Bahnellipse darf nämlich nur gewisse Werte a_1, a_2, a_3, \dots besitzen, anders ausgedrückt, a darf nur gleich a_n sein, wo

$$(2) \quad n = 1, 2, 3, \dots, \infty$$

(Diese ausgezeichneten Werte a_n sind genauer gegeben durch $a_n = 0,53 \cdot \frac{n^2}{Z'} \cdot 10^{-8}$ cm, wenn Z' die auf das betr. Elektron durch Zusammenwirken des positiven Kerns und der übrigen negativen Atomelektronen resultierende „effektive“ oder „abgeschirmte“ Kernladung bedeutet.) Die Zahl n , welche somit die Größe der Ellipsenhalbachse a_n bestimmt, wird „*Hauptquantenzahl*“ der betr. Elektronenbahn genannt, und es sind Elektronenbahnen mit den verschiedensten Hauptquantenzahlen $n = 1, n = 2, n = 3, \dots$ möglich. Die Frage ist nun, *wieviele* Elektronen der Hauptquantenzahl $n = 1$ ein Atom enthalten kann, und ebenso *wieviele* Elektronen mit $n = 2$, mit

$n = 3$ usw. im Atom vorkommen können. Als Antwort werden wir gleich finden: Ein Atom kann höchstens 2 Elektronenbahnen mit $n = 1$, höchstens 8 Bahnen mit $n = 2$, höchstens 18 mit $n = 3$ und höchstens 32 Elektronenbahnen mit $n = 4$ enthalten.

K) Soeben war nur von der quantenhaften Bestimmung der *großen* Ellipsenhalbachsen a ($a_1, a_2 \dots a_n \dots a_\infty$) die Rede. Aber auch die *kleine* Halbachse b jeder Elektronenbahn nimmt nach SOMMERFELD nur quantenhaft bestimmte Werte an, die wir mit b_K bezeichnen. Ebenso wie die kleine Halbachse b_K einer Ellipse stets kleiner oder höchstens gleich der großen Halbachse a_n sein kann, so wird auch die *Quantenzahl* K von b_K stets kleiner (höchstens ebenso groß) wie die *Quantenzahl* n von a_n sein. Im besonderen zeigen die Spektren, daß K die Werte

$$K = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \dots \text{ bis } (n - \frac{1}{2})$$

oder kurz geschrieben

$$K \leq n - \frac{1}{2}$$

annimmt. (Der zur Quantenzahl K gehörige Wert der kleinen Halbachse b_K ist übrigens

$$b_K = 0,53 \cdot \frac{n^2}{Z'} \cdot 10^{-8} \text{ cm,}$$

vergleiche oben a_n .) Im einzelnen hat man demnach bei den Hauptquantenzahlen $n = 1, 2, 3$ usw. folgende Möglichkeiten für die Quantenzahl K einer Ellipsenbahn:

$$(3) \quad \begin{array}{ccc} n = 1 & n = 2 & n = 3 \\ K = \frac{1}{2} & K = \frac{1}{2}, \frac{3}{2} & K = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2} \end{array} \text{ usw.}$$

K wird als „*Nebenquantenzahl*“ oder auch als „*azimutale*“ Quantenzahl bezeichnet, weil sie den azimutalen *Drehimpuls* des betr. Elektrons mit seiner Bahn mißt; dieser ist nämlich $K \cdot h/2\pi$, wo h PLANCKS Wirkungsquantum bedeutet.

J) Die Form der zulässigen Ellipsenbahnen, d. h. die Werte der großen und kleinen Halbachsen a_n und b_K , war durch die Quantenzahlen n und K festgelegt, und damit auch der Drehimpuls (Kreiselmoment) des Elektrons $K \cdot h/2\pi$ in der Bahnebene. Nun steht aber die Bahnebene des Elektrons nicht im Raum fest, sondern macht eine Präzessionsbewegung (ähnlich wie die Ebene eines Kreisels). Nach außen wirkt dann das Kreiselmoment $K \cdot h/2\pi$ der präzessierenden Ellipsenbahn ebenso wie das Kreiselmoment einer nicht präzessierenden Bahn vom Drehmoment $J \cdot h/2\pi$, wo J als „*wirksame*“ Quantenzahl der Elektronenbahn bezeichnet werden kann; der Drehimpuls darf nämlich wieder nur in bestimmter quantenmäßiger ausgezeichnete Weise zur Wirksam-

keit¹⁾ nach außen kommen, und zwar, wie die Spektren zeigen, mit der wirksamen Quantenzahl

$$J = K + \frac{1}{2} \text{ und } J = K - \frac{1}{2}.$$

Man hat demnach bei gegebener Ellipsenform [vergl. (3)] noch folgende Möglichkeiten für die Wirksamkeit des Kreiselimpulses einer Bahn, gemessen durch die wirksame Quantenzahl J , (welche übrigens nicht gleich Null sein kann):

$$(4) \begin{array}{ccc} n = 1 & n = 2 & n = 3 \\ K = \frac{1}{2} & K = \frac{1}{2} \left| \frac{3}{2} \right. & K = \frac{1}{2} \left| \frac{3}{2} \right| \frac{5}{2} \\ J = 1 & J = 1 \left| 1, 2 \right. & J = 1 \left| 1, 2 \right| 2, 3 \end{array}$$

m) Die Kreiselachse, um welche der Drehimpuls $J \cdot h/2\pi$ der Elektronenbahn nach außen wirkt (wir nennen sie die J -Achse), kann nun selbst noch verschiedene Richtungen im Raum besitzen. Ist im Raum eine bestimmte Richtung bevorzugt, wird z. B. durch Einschalten eines starken Magnetfeldes die *Kraftlinienrichtung* im Raum ausgezeichnet, so kann sich die J -Achse

noch folgende, durch Quantenzahlen m festgelegte Richtungen annehmen [Gl. (5), vergl. (2) (3) (4)]:

In der letzten Zeile der Gleichung (5) ist zusammengezählt, wie viele Möglichkeiten eine durch die Quantenzahl n charakterisierte Elektronenbahn (mit der großen Halbachse a_n) noch besitzt bezüglich ihrer kleinen Halbachse (Quantenzahl K), ihres wirksamen Drehimpulses (Quantenzahl J) und ihrer Stellung im Raum (Quantenzahl m). Man sieht, daß eine Elektronenbahn $n = 1$ im ganzen nur die 2 Möglichkeiten $m = +\frac{1}{2}$ und $m = -\frac{1}{2}$ hat, $n = 2$ dagegen 2 Möglichkeiten ($m = +\frac{1}{2}$ und $m = -\frac{1}{2}$) bei $K = \frac{1}{2}$ und $2 + 4 = 6$ Möglichkeiten bei $K = \frac{3}{2}$ (nämlich $m = +\frac{1}{2}$ und $-\frac{1}{2}$ bei $J = 1$, $m = \frac{3}{2}, \frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, -\frac{3}{2}$ bei $J = 2$) usw. Es ergeben sich auf diese Art in Gl. 5 grade 2, 8, 18, 32, ... Möglichkeiten für eine Elektronenbahn der Hauptquantenzahlen 1, 2, 3, 4, ... als Folge der in (1) zusammengestellten Quantenauswahl.

Den Aufbau des *periodischen Systems* (succes-

(5)	n	1		2				3					
	K	$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{2}$ $\frac{3}{2}$		$\frac{3}{2}$ $\frac{5}{2}$		$\frac{1}{2}$ $\frac{3}{2}$		$\frac{3}{2}$ $\frac{5}{2}$		$\frac{5}{2}$ $\frac{7}{2}$	
	J	1		1		2		1		2		3	
	m	$\pm \frac{1}{2}$		$\pm \frac{1}{2}$ $\pm \frac{3}{2}$		$\pm \frac{1}{2}$ $\pm \frac{3}{2}$ $\pm \frac{5}{2}$		$\pm \frac{1}{2}$ $\pm \frac{3}{2}$ $\pm \frac{5}{2}$		$\pm \frac{1}{2}$ $\pm \frac{3}{2}$ $\pm \frac{5}{2}$ $\pm \frac{7}{2}$		$\pm \frac{1}{2}$ $\pm \frac{3}{2}$ $\pm \frac{5}{2}$ $\pm \frac{7}{2}$	
	Anzahl der Möglichkeiten	2		2 + 2		4		2 + 2 + 4		4 + 4		6	
		$= 2 \cdot 1^2$		$= 8$		$= 2 \cdot 2^2$		$= 18$		$= 2 \cdot 3^2$		$= 32$	

	n	1				2				3				4			
	K	$\frac{1}{2}$				$\frac{1}{2}$ $\frac{3}{2}$				$\frac{3}{2}$ $\frac{5}{2}$				$\frac{5}{2}$ $\frac{7}{2}$			
	J	1				1				2				3			
	m	$\pm \frac{1}{2}$				$\pm \frac{1}{2}$ $\pm \frac{3}{2}$				$\pm \frac{1}{2}$ $\pm \frac{3}{2}$ $\pm \frac{5}{2}$				$\pm \frac{1}{2}$ $\pm \frac{3}{2}$ $\pm \frac{5}{2}$ $\pm \frac{7}{2}$			
	Anzahl der Möglichkeiten	2 + 2				4				4 + 4				6 + 6			
		$= 32$				$= 2 \cdot 4^2$				$= 32$				$= 2 \cdot 4^2$			

noch in verschiedenem Winkel gegen die Kraftlinien einstellen. Nun war $J \cdot h/2\pi$ der um die J -Richtung wirksame Drehimpuls. Um die Kraftlinienrichtung als Achse, die schief gegen die J -Achse steht, herrscht demnach nur ein Drehimpuls, den wir mit $m \cdot h/2\pi$ bezeichnen, und der dem Betrag nach *kleiner* (höchstens gleich) als J sein muß. Die spektroskopische Erforschung des Zeemaneffektes zeigt nun speziell:

$$|m| \leq J - \frac{1}{2},$$

ausführlicher geschrieben:

$m = J - \frac{1}{2}, J - \frac{3}{2}, J - \frac{5}{2}, \dots$ bis $-(J - \frac{1}{2})$ (Negatives m bedeutet einen Winkel über 90° zwischen der J -Achse und der positiven Richtung der Kraftlinien.) Eine durch die Quantenzahlen n , K und J charakterisierte Elektronenbahn kann also im Raum (z. B. gegen ein starkes Magnetfeld)

¹⁾ Die Art dieser „Wirksamkeit“ zu verstehen ist eins der schwierigsten noch ungelösten Probleme der Atomphysik, sodaß gegen die hier gegebene Darstellung Einwendungen möglich sind, die mit der Frage nach der Bedeutung der Quantenzahlen J (aber auch K , n und m) zusammenhängen, hier aber nicht näher behandelt zu werden brauchen.

sive Anlagerung von Elektronenbahnen, von denen jede in starkem Magnetfeld durch Quantenzahlen n, K, J, m charakterisiert ist) hat man sich dann so zu denken: Zunächst lagert sich *ein* Elektron mit den Quantenzahlen $n = 1, K = \frac{1}{2}, J = 1$ und m etwa $= +\frac{1}{2}$ an (Wasserstoff). Ein *zweites* Elektron mit $n = 1$ hat dann nach (5) nur noch die Möglichkeit, sich mit $n = 1, K = \frac{1}{2}, J = 1$ und $m = -\frac{1}{2}$ anzulagern (Helium).

Ein *drittes* Elektron findet alle Möglichkeiten für $n = 1$ bereits durch die beiden ersten Elektronen besetzt und kann demnach nur als eine Bahn mit $n = 2$ angelagert werden, d. h. es beginnt die *zweite Periode* des Systems, die erste Periode ($n = 1$) kann also nicht mehr als zwei Elemente (H und He) enthalten. Das dritte bis zehnte Elektron lagert sich nun in den $2 + (2 + 4) = 8$ Möglichkeiten an, die für $n = 2$ vorliegen [vgl. (5)] und bildet so die zweite Periode des Systems ($Li, Be, B, C, N, O, F, Ne$).

Ein *elftes* Elektron findet jetzt alle Möglichkeiten für $n = 1$ und $n = 2$ bereits erschöpft und kann sich nur als Bahn $n = 3$ anlagern und beginnt somit die *dritte Periode*. Das elfte bis achtzehnte Elektron belegt diejenigen $2 + (2 + 4)$

Tabelle der Elektronenzahlen auf Bahnen n, K .

n	1	2	3	4	5	6	7	...
K	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{8}{3}$	2	$\frac{16}{5}$	3	$\frac{24}{7}$...
2 He	2							
10 Ne	2	2	6					
18 A	2	2	6	2	6			
36 Kr	2	2	6	2	6	10	2	6
54 X	2	2	6	2	6	10	2	6
86 Em	2	2	6	2	6	10	2	6

Bahnen $n = 3$, welche durch $K = \frac{1}{2}$ und $K = \frac{3}{2}$ charakterisiert sind (Na bis A), vgl. (5) und die Tabelle der Elektronenbahnen bei den *Edelgasen*, welche vollaufgefüllte Gruppen n, K repräsentieren.

Das neunzehnte Elektron sucht sich aus energetischen Gründen nicht eine Bahn $n = 3$, $K = \frac{5}{2}$ aus, sondern lagert sich mit $n = 4$ an, und beginnt so die *vierte Periode*. Erst nachträglich werden die Bahnen $n = 3$, $K = \frac{5}{2}$ ausgefüllt, so daß schließlich vom neunzehnten bis zum sechsunddreißigsten Elektron (K bis Kr) die 2 Bahnen $n = 4$, $K = \frac{1}{2}$, die 2 + 4 Bahnen $n = 4$, $K = \frac{3}{2}$ und die 4 + 6 Bahnen $n = 3$, $K = \frac{5}{2}$ besetzt werden.

Das siebenunddreißigste Elektron beginnt jetzt mit einer Bahn $n = 5$ die *fünfte Periode*, welche

mit dem vierundfünfzigsten beendet wird (Rb bis X); diese achtzehn Elektronen füllen nämlich die 2 Bahnen $n = 5$, $K = \frac{1}{2}$, die 2 + 4 Bahnen $n = 5$, $K = \frac{3}{2}$ und die 4 + 6 Bahnen $n = 4$, $K = \frac{5}{2}$ auf.

Das fünfundfünfzigste Elektron beginnt mit einer Bahn $n = 6$ die *sechste Periode* (Cs bis Em) aus 32 Elementen; diese kommen dadurch zustande, daß die 2 Bahnen $n = 6$, $K = \frac{1}{2}$, die 2 + 4 Bahnen $n = 6$, $K = \frac{3}{2}$, die 4 + 6 Bahnen $n = 5$, $K = \frac{5}{2}$, und die 6 + 8 Bahnen $n = 4$, $K = \frac{7}{2}$ angelegt werden.

Das siebenundachtzigste Elektron beginnt mit einer Bahn $n = 7$ die *siebente Periode*, die aber mitten in ihrer Entwicklung mit dem zweiundneunzigsten Element (U) abbricht. Wir haben so an Hand der Formel (1), welche Elektronenbahnen verschiedener Gestalt und Orientierung bestimmt und in Gl. (5) ihre ausführliche Darstellung fand, die Periodenlängen im System der Elemente als eine unmittelbare Folge der Quantengesetze erkannt, die bei der Einfangung von Elektronen ihre ganzzahligen (bzw. halbzahligen) Forderungen durchführen.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Zur Geschichte der Chemie im Raume.

Am 25. Oktober 1924 hat ERNST COHEN in der Aula der Universität im Amsterdam einen Vortrag „Fünfzig Jahre aus der Geschichte einer Theorie“ gehalten, in dem er über die „Grundleger“ der Stereochemie J. A. LE BEL und J. H. VAN'T HOFF und die Aufnahme, die die neue Lehre fand, berichtet¹⁾. Manchen Fachgenossen wird es überraschend gewesen sein, daß LE BEL noch lebt, aber schon seit vielen Jahren der Chemie den Rücken gekehrt und sich kosmischen Problemen zugewendet hat.

Aus dem Entwicklungsgang seines Landmannes VAN'T HOFF teilt E. COHEN sehr interessante Züge mit, die uns die Persönlichkeit dieses genialen und lebenswürdigen Forschers menschlich nahe bringen. Aber, was E. COHEN aus der Geschichte der Stereochemie in den vergangenen fünfzig Jahren erzählt, ist recht wenig und bedarf in einigen wesentlichen Punkten der Ergänzung.

E. COHEN führt aus, daß die neue Theorie bei MARC. BERTHELOT auf heftigen Widerstand stieß und daher sich in Frankreich erst sehr spät durchsetzen konnte. In Holland wurde sie überhaupt kaum beachtet, obgleich die Broschüre zuerst von VAN'T HOFF in seiner Muttersprache veröffentlicht wurde.

Ihre volle Wirkung hat sie erst ausgeübt, nachdem sie drei Jahre darauf in deutscher Bearbeitung erschien. Das ist das Positive, was E. COHEN mitteilt und daran knüpft er die wörtliche Wiedergabe der KOLBESCHEN Angriffe auf die neue Theorie; außerdem führt er nur die Ablehnung an, die sie noch im Jahre 1882 durch A. RAU in seinen „Theorien der Chemie“ gefunden hat. Ich glaube es wäre besser, man überlasse diesem Umstand der Vergessenheit und das gleiche trifft für die KOLBESCHEN Expektionen zu. HERMANN KOLBE ist doch zweifellos einer der großen Bahnbrecher der

¹⁾ Dies. Zeitschr. 13, 248. 1925.

Chemie gewesen, aber in seinem frühzeitigen Alter erkannte er seine eigenen Geisteskinder nicht mehr in der Form, die ihnen jüngere Forscher gaben, sondern hätte sie am liebsten verschlungen, wie Vater Kronos. So war denn auch VAN'T HOFF bekanntlich nicht der einzige, dem KOLBE mit seiner hahnebüchernen Grobheit und seinem grotesken Humor zu Leibe ging; und schließlich muß man immer bedenken, daß alle die KOLBESCHEN Streitschriften der heiligen Angst entsprangen, daß „die papierne Strukturchemie“ uns die Zeiten der Naturphilosophie aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts wieder bringen könnte.

In dem Bilde, das E. COHEN zeichnet, fehlt nun aber ganz die positive Seite, das ist die ausschlaggebende Förderung, die die neue Theorie durch deutsche Fachgenossen erfuhr, in erster Linie durch JOHANNES WISLICENUS.

JOH. WISLICENUS war bei seinen grundlegenden Forschungen über die Milchsäure schon vor VAN'T HOFF zu der Überzeugung durchgedrungen, daß zur Erklärung der Isomerie der Gärungsmilchsäure mit der Fleischmilchsäure die damals üblichen Strukturformeln nicht ausreichten und hatte schon im Jahre 1873 darauf hingewiesen¹⁾, daß man hierzu geometrische Anschauungen heranziehen müßte. WISLICENUS hat uns später erzählt, daß er annähernd die gleichen Ideen, wie sie VAN'T HOFF²⁾ und LE BEL³⁾ im Jahre 1874 veröffentlichten, schon als Manuskript in seinem Schreibischen gehabt habe, aber erst noch weiteres Material hätte sammeln wollen, ehe er damit an die Öffentlichkeit käme. Es entsprang das seiner peinlichen Gewissenhaftigkeit. Ebenso charakteristisch für

¹⁾ Liebigs Ann. d. Chem. 167, 821. 1873.

²⁾ Zuerst holländisch 1874 in Utrecht bei J. Greven, dann französisch: La Chinnie dans l'espace, 1875 in Rotterdam bei P. M. Bazendijk.

³⁾ Bull. de la soc. de chim. 22, 337. 1874.

die wahrhaft vornehme Natur von WISLICENUS war es aber, daß er nach dem Erscheinen der VAN'T HOFFSchen Broschüre und der LE BELSchen Publikation nicht etwa einen Prioritätsstreit begann, sondern seine große Autorität und seine volle Arbeitskraft daran setzte, um die Fachgenossen von der Richtigkeit, besonders der VAN'T HOFFSchen Anschauungen zu überzeugen. WISLICENUS veranlaßte seinen Schüler F. HERMANN die VAN'T HOFFSche Schrift zu übersetzen und unter Mithilfe des Autors zu ergänzen¹⁾. WISLICENUS schrieb selber eine Einführung, in der er nachdrücklich auf die Bedeutsamkeit der neuen Theorie hinwies. Vor allem aber widmete WISLICENUS einen großen Teil seiner eigenen Forschertätigkeit, wie der seiner Schüler dem Ausbau der neuen Theorie; er schuf unter Mithilfe von Prof. REYE, Straßburg, eine brauchbare Nomenklatur. Zahlreiche Veröffentlichungen über Experimentaluntersuchungen sowie zusammenfassende Vorträge und Aufsätze²⁾ zeugen von dem Erfolg, mit dem sich WISLICENUS besonders der geometrischen Isometrie der ungesättigten Verbindungen widmete. Ich kann mir die weitere Schilderung des Ausbaus der Stereochemie sparen, da diese nicht nur in ausführlichen Lehrbücher niedergelegt ist³⁾, sondern auch vor kurzem in einem trefflichen Vortrag von P. WALDEN: „Stereochemie und Technik“⁴⁾ für ein breiteres Publikum zusammengefaßt wurden.

Das Verdienst von JOH. WISLICENUS um diese bedeutsame Ausgestaltung der organischen Chemie wird weder dadurch geschmälert, daß sich manche seiner Anschauungen als zu starr erwiesen haben, so daß sie später revidiert werden mußten, noch dadurch, daß nach ihm zahlreiche Forscher — der Hauptsache nach Deutsche — die Stereochemie weiter ausbauten, sie auf cyclische Verbindungen, auf Stickstoffverbindungen u. a. mehr übertrugen. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß die neue Lehre niemals so schnell durchgedrungen und so schöne Früchte auf dem Gebiet der reinen und technischen Chemie gezeitigt hätte, wenn nicht JOH. WISLICENUS sie aus der Taufe gehoben und ihre Jugendjahre betreut hätte. Und deshalb durfte nach meiner Meinung sein Name in einem Vortrag zum Gedächtnis des fünfzigjährigen Bestehens dieser Theorie nicht fehlen.

Leipzig, den 6. Juni 1925.

BERTHOLD RASSOW.

Eine Lücke in der deutschen angewandten Zoologie.

Der Ausbau der deutschen Institute, in denen angewandte Zoologie gepflegt wird, reicht zwar, den zur Verfügung stehenden geringeren Mitteln entsprechend, noch nicht an das heran, was im Auslande, insbesondere in den angelsächsischen Ländern, geleistet wird. Immerhin ist aber auch bei uns die angewandte Zoologie in einem erfreulichen Aufschwung begriffen. Eine Lücke hat sie jedoch, die im Auslande längst als solche er-

¹⁾ Lagerung der Atome im Raume, 1877, bei Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.

²⁾ Z. B. „Über die räumliche Lagerung der Atome in organischen Molekülen, Leipzig 1887; die Entwicklung der Lehre von der Isomerie chemischer Verbindung; Vortrag auf der Naturforscherversammlung zu Wiesbaden, 1887.

³⁾ Vgl. die Lehrbücher der Stereochemie von HANTZSCH, BISCHOFF-WALDEN, A. WERNER, B. WEDEKIND; ferner „Theorien der organischen Chemie“ von F. HENRICH.

⁴⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 38, 429. 1925.

kannt und ausgefüllt ist und die auch bei uns leicht auszufüllen wäre: wir kennen noch keine angewandte Acarologie.

Die acarologischen Fragen greifen viel tiefer in das praktische Leben ein, als gemeinhin angenommen wird. Die Medizin bekämpft täglich menschliche Hautentzündungen, die durch Acarusarten verursacht werden, und weiß sie zu beheben. Sie geht aber darüber hinweg, daß als Erzeuger dieser Erkrankungen nicht eine, sondern 6, wenn nicht gar 7 verschiedene Acarusarten in Frage kommen. Unsere Unkenntnis auf diesem Gebiet geht so weit, daß von Acarus siro, der gewöhnlichen menschlichen Krätzmilbe, bezüglich der Biologie überhaupt noch nichts Positives bekannt ist. Die Literatur über dieses Gebiet zählt Hunderte von Nummern. Aber ein Autor widerspricht dem anderen, und am Ende beruhen alle ihre Feststellungen nur auf unbewiesenen Vermutungen. Ähnlich steht es um die Veterinärmedizin. Sie weiß wohl die verschiedenen Erscheinungsformen der Räude zu bekämpfen, aber wohl kein Tierarzt wird sich darüber klar sein, daß allein bei deutschen Haustieren rund 20 verschiedene Räudeerzeuger in Frage kommen, wobei einige Otitiserreger noch nicht mitgezählt sind. Über die biologischen Verhältnisse, die bei der Krankheitsübertragung durch Zecken eine Rolle spielen, sind wir, namentlich durch die Forschungen von P. SCHULZE, ziemlich gut unterrichtet. Aber auch hier gibt es noch manche Frage von praktischer Bedeutung zu lösen, z. B. bezüglich der Milzruptur der Rinder. Der Viehzüchter, einschließlich des Züchters von Kleinvieh, ist an einer angewandten Acarologie stark interessiert, auch der Hundezüchter. Das gleiche gilt für den Landwirt, der nicht erkennt, daß u. a. Tarsonemus spirifex oder Pediculopsis graminum imstande sind, den Ertrag ganzer Getreidefelder stark herabzumindern. Das Vertrocknen von Bohnenfeldern und das Verkümmern von Lupinen führt er in der Regel auf Ungunst der Jahreszeit zurück, sieht aber nicht, daß hier oft Epitetranychus althaeae eine ausschlaggebende Rolle spielt. Diese Art tritt auch im Hopfenbau vernichtend auf. Im Weinbau hat man gegen den verwandten Oligonychus pilosus zu kämpfen. Wie man diesen Schädlingen im Freien zu begegnen hat, wissen wir nicht, wenigstens bewegen wir uns nur im Stadium tastender Versuche. Im engen Raume von Gärtnerereien ist ihre Bekämpfung leichter. Doch kennen wir kein Mittel, um die gärtnerischen Vorräte an Blumenzwiebeln und Knollen vor den Angriffen von Rhizoglyphusarten zu schützen, ohne gleichzeitig die pflanzliche Substanz zu schädigen. Die Imkerei hat es mit Dutzenden von schädigenden Milben zu tun. An erster Stelle steht hier der neuerdings auch in Deutschland auftretende Acarapis Woodi. Greift seine Verbreitung weiter um sich, so wird von dem Studium seiner Biologie binnen kurzem Sein oder Nichtsein der deutschen Bienezucht abhängen. In der Biologischen Reichsanstalt hat auf Veranlassung von HASE HANNA SCHULZE die Grundlagen dargelegt, wie man Vorratsschädlingen wie Tyroglyphus farinae und Caloglyphus mycophagus entgegentreten kann. Aber damit ist der Gegenstand bei weitem noch nicht erschöpft. Der Raum gestattet nur diese kümmerliche Auswahl von Beispielen, die aber ins Ungemessene vermehrt werden könnten, um anzudeuten, wie mannigfach acarologische Fragen in das Wirtschaftsleben eingreifen.

Die zahlreichen Interessenten wissen nicht, wo sie sich in solchen Zusammenhängen hinwenden können. Denn an keinem einzigen unserer Institute stehen „angewandte Acarologen“ zur Verfügung. Die Institute für angewandte Entomologie haben bereits ein so ge-

waltiges Arbeitsgebiet, daß dieses eine weitere Ausdehnung nicht verträgt. Es erscheint durchaus an der Zeit, daß auch bei uns der Staat eine Zentralstelle für acarologische Forschungen schafft. Zahllose Stellen würden daraus Vorteil ziehen. Gerade in einer Zeit, wo alles darauf ankommt, mit dem Volksvermögen zu geizen, wird die Schaffung einer solchen Forschungsstätte zur gebieterischen Notwendigkeit. Die aufzuwendenden Kosten wären so geringfügig, daß sie selbst heute keine Bedenken zu erregen brauchen. Es gibt bestehende Anstalten genug, wo ein Institut für Milbenforschung ohne weiteres angegliedert werden könnte, sei es die Biologische Reichsanstalt, sei es eine der Tierärztlichen Hochschulen usw. Auch irgendeines der großen Museen käme in Frage. Denn auch diesen kann es nicht gleichgültig sein, daß m. W. sämtliche acarologischen Sammlungen in Deutschland unbearbeitet liegen. Auf diesen Punkt näher einzugehen, würde hier zu weit führen. Denn hier sollte nur in gedrängtester Kürze auf die praktische Seite der Dinge hingewiesen werden. Daß die Acarologie auch noch eine Überfülle rein wissenschaftlicher Probleme zu lösen hat, das sei nur nebenbei erwähnt.

München, den 1. Juni 1925.

H. VITZTHUM.

Notiz über die Spektren der Halogene.

Vor einigen Jahren haben die Verf. Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf das Spektrum des Jod mitgeteilt (Zeitschr. f. Physik 18, 239. 1923). Es wurde festgestellt, daß zwei, bei unseren Versuchen nicht auflösbare Bänder bei 4800 und 3460 Å bei elektrischer Entladung auftreten, von denen die erstere bei höherer Temperatur an Intensität verliert, die letztere dagegen (bis zu rund 1000° C) an Intensität dauernd zunimmt. Die Zuordnung dieser 3460 = Emission zu der Betätigung der Elektronenaffinität des Jodatoms ist nach OLDENBERGS Feststellung, daß dieses Band

unter gewissen Bedingungen aus Einzelbanden besteht, zweifelhaft geworden, wenn auch nicht ausgeschlossen. Eine Veröffentlichung zahlreicher weiterer Versuche über die Spektren von Jod, Brom und Chlor ist bisher unterblieben. Nachdem nun, wie wir erst kürzlich erfahren, die Herren B. LUDLAM und W. WEST (Proc. roy. soc. Edinburgh 44, 185. 1924. 5. Mai), die oben genannten Bänder gleichfalls festgestellt haben und nach ihrer Ansicht korrespondierende Emissionsgebilde im Spektrum des Broms und Chlors gefunden haben, sei es gestattet, kurz folgendes Ergebnis weiterer Untersuchungen hier mitzuteilen: Die beobachteten „kontinuierlichen“ Bänder

Brom λ 4200; λ 2930—2800
Chlor λ 3180; λ 2610—2500

(die angegebenen λ -Werte sind die langwelligen Grenzen nach unseren Messungen)

entsprechen tatsächlich den Bändern des Jod:

λ 4800 λ 3460—3350

auch bezüglich ihrer Temperaturabhängigkeit: Mit steigender Temperatur geht die Intensität der langwelligen Bänder zurück, die der kurzwelligen steigt an.

Die Ausdehnung der Bänder von der scharfen langwelligen Grenze an bis zum Verlaufen nach kurzen Wellen ist von gleicher Größe wie die der kontinuierlichen Schwänze an den Enden der Hauptserien der Alkalien.

Die folgende Tabelle gibt die den langwelligen Grenzen der Bänder entsprechende Energie in Cal. pro Mol:

Chlor . λ 2610	$E = 108$ Cal.	λ 3180	$E = 89$ Cal.
Brom λ 2930	$E = 96,7$ Cal.	λ 4200	$E = 67,5$ Cal.
Jod . λ 3460	$E = 81,8$ Cal.	λ 4800	$E = 59$ Cal.

Tübingen, den 29. Mai 1925.

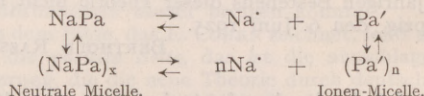
W. GERLACH.
FR. GROMANN.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Über die Natur der Seifen und ihrer Lösungen, die seit vielen Jahren an der Universität Bristol durch MCBAIN und seine Mitarbeiter nach neuartigen Verfahren in höchst erfolgreicher Weise erforscht wird (vgl. Naturwissenschaften 1921, S. 117), hat MCBAIN in der Royal Institution am 20. März d. J. einen kurz zusammenfassenden Vortrag gehalten (*Nature* vom 23. Mai 1925, S. 805).

Seifen sind typische Kolloide und besonders geeignet zur Erforschung der kolloiden Erscheinungen, weil sie, wie nur wenige andere reversible Kolloide, eine bestimmte einfache chemische Formel besitzen. Alle experimentellen Ergebnisse erwiesen sich quantitativ reproduzierbar, während sonst für Kolloide eine große Veränderlichkeit oder Abhängigkeit des Verhaltens von den Launen der einzelnen Präparate kennzeichnend ist. Seifen sind besonders wichtig als Vertreter der großen Klasse der *kolloiden Elektrolyte*. In verdünnter Lösung sind sie gewöhnliche Kristalloide wie Kochsalz und dissoziieren in Alkaliionen und einfache Fettsäureionen. Beim Konzentrieren der Lösungen indessen scharfen sich die undissoziierten Seifenmolekeln zu großen Partikeln neutraler Seife, den *neutralen Micellen*, zusammen. Ebenso vereinigen sich die Fettsäureanionen untereinander zu kleineren Gruppen, den *Ionen-Micellen*, die für jeden darin enthaltenen Fettsäurerest eine freie negative Ladung tragen. Die Gleichgewichte zwischen diesen Bestandteilen sind mit der Konzentration und Temperatur verschieblich, wie das folgende Schema an-

deutet, in dem Pa einen Fettsäurerest, z. B. $C_{16}H_{31}O_2$ bedeutet:

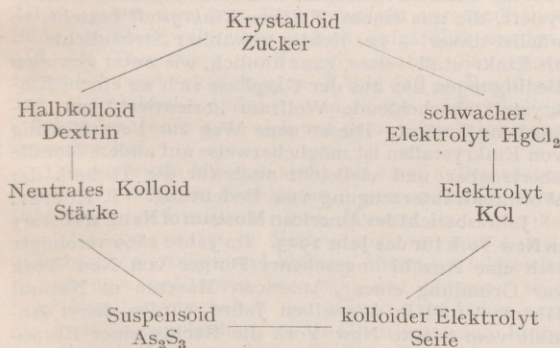


Der Beweis für diese Auffassung wird durch osmotische Wirkungen und die elektrische Leitfähigkeit erbracht. Die osmotischen Wirkungen, gemessen durch Gefrierpunktniedrigung oder Taupunktsbestimmung, Messung des Dampfdruckes oder des geringsten zur Ultrafiltration erforderlichen Druckes, sind im allgemeinen bei den Seifenlösungen nur etwa halb so groß wie bei gleich konzentrierten typischen Salzen, also so, als ob nur die Alkaliionen osmotisch wirksam wären. Dagegen zeigt die Leitfähigkeit konzentrierter Seifenlösungen die gleiche Größenordnung wie z. B. bei Natriumacetat; danach können nur die Alkaliionen kristalloid gelöst sein, die Anionen aber müssen kolloide Bestandteile sein, Ionen-Micellen, die infolge ihrer vielfachen Ladung hohe elektrolytische Beweglichkeit zeigen. Auch die Anteile an nichtdissoziierter neutraler Seife müssen wegen ihrer nichtmerklichen osmotischen Wirkung in Form von kolloiden Aggregaten, den neutralen Micellen, vorliegen. Diese haben je nach der Art der Seife und je nach den Bedingungen einen Durchmesser von einigen hundert bis einigen tausend Å, während die Ionenmicelle nur einige Dutzend Å mißt.

Ein anschauliches Bild der neutralen Micellen ist das von einem Paar Haarbürsten, die mit den Borstenflächen aufeinanderliegen; die Borsten stellen die parallel gerichteten und paarweise aneinander hängenden Kohlenwasserstoffketten dar, die Rückseiten der Bürsten die stark hydratisierten und mit einer elektrischen Doppelschicht belegten, aber nicht ionisierten COONa-Gruppen. Die Ionenmicellen dagegen gleichen einer Gruppe (weniger als ein Dutzend) Aale, die mit den Schwänzen aneinander gebunden sind, mit den Köpfen aber, den COO'-Gruppen, nach allen Richtungen auseinanderstreben.

Diese Vorstellungen sind in der verschiedensten Weise der quantitativen Prüfung zugänglich. So sind besonders überzeugend die Filtration oder Ultrafiltration durch Cellophan-Membranen verschiedener Dichte. Die dichtesten lassen Seifenlösungen unverändert hindurch, sofern diese so verdünnt sind, daß Leitfähigkeit und osmotischer Druck nur einfache Molekeln und Ionen anzeigen, während aus genügend konzentrierten Seifenlösungen nur Wasser durch die gleichen Membranen filtriert, weil die Seife dann völlig aus neutralen und Ionenmicellen besteht; bei mittleren Konzentrationen können die Anteile an kristalloiden und kolloiden Bestandteilen auf diese Weise ermittelt werden. Mit weniger dichten Membranen gelingt es, die Ionenmicellen hindurchzulassen und nur die neutralen Micellen zurückzuhalten. Ferner läßt sich der *Hydratationsgrad* der kolloiden Anteile durch Zugabe eines indifferenten Salzes messen, das im Filtrate in erhöhter Konzentration erscheint; auf diesem Wege wurde gezeigt, daß in den Micellen auf jedes Äquivalent Seife etwa 10 Wassermolekeln zurückgehalten werden.

In der allgemeinen Klassifikation aller Arten von Lösungen nehmen die kolloiden Elektrolyte folgenden Platz ein:



Daß die *Hydrolyse* der Seifenlösungen keine wesentliche Rolle spielt, war eines der ersten Ergebnisse der Bristoler Forscher; wo eine solche aber in verdünnten Lösungen in merklichem Betrage vorliegt, treten als Produkte der hydrolytischen Spaltung nicht freie Fettsäuren, sondern saure Seifen auf.

Unter gewissen Bedingungen erstarren Seifenlösungen zu wahren, durchsichtigen, isotropen *Gallerten*, die merkwürdigerweise die osmotischen und elektrolytischen Eigenschaften der Seifenlösungen völlig beibehalten haben, also dieselben Partikeln enthalten müssen. Die Gallertstruktur ist auf Vereinigung neutraler Micellen durch Restaffinitäten zurückzuführen. Andererseits können alle Seifen in 2 Formen *flüssiger Krystalle* oder anisotroper Flüssigkeiten vorkommen. Diese bei höherer Temperatur entstehenden Formen sind nicht mischbar mit den isotropen Lösungen oder Gallerten, sondern bilden besondere Phasen; sie sind

nicht elastisch, sondern plastisch, wackeln nicht beim Schütteln und fließen in kleinen Mengen nicht unter dem Einfluß der Schwere, sondern bleiben passiv in jeder Stellung oder Form, die ihnen gegeben wird. Auch sie sind kolloide Elektrolyte.

Schließlich gibt es noch mindestens zwei kristalline Formen von Seifen, *Blättchenkrystalle* und *Gerinnselfasern* (curd fibres). Beide geben Röntgendiagramme. Die Seifengerinnsel bestehen aus unzähligen kristallinen Fasern, die in ihrem Netzwerk die Mutterlauge einschließen.

Alle diese Phasen des Zwei-Komponenten-Systems Seife-Wasser folgen in ihren Gleichgewichtsbeziehungen der *Phasenregel*. Gesetz und Ordnung beherrschen auch die Gleichgewichte in Mischungen verschiedener Seifen und namentlich die Einwirkung verschiedener Elektrolyte auf die Seifen. So können die verwickelten Vorgänge, die beim Verseifen von Ölen und Fetten auftreten, weitgehend auf der einfachen Grundlage eines Drei-Komponenten-Systems betrachtet und alle Einzelheiten der Seifensiederei durch Phasenregelmodelle verfolgt und quantitativ vorhergesagt werden.

Der Redner schloß mit der Hoffnung, daß, wenn verschiedene Forscher hinreichend sorgfältige und vielseitige Arbeiten an einer Anzahl bestimmter typischer Substanzen, wie die hier als Beispiel gewählte Seife, ausgeführt haben werden, die Theorie der Kolloide sich schließlich zu einer exakten Wissenschaft gestalten werde.

FR. AUERBACH.

A wide-angle stereoscope and a wide-angle viewer. [L. E. W. VAN ALBADA (Read 12. VI. 24.) Trans. Opt. Soc. 25, 249/60. 1923/24. 14⁺]. Der Verfasser, ein höherer holländischer Infanterieoffizier, hatte schon im Jahre 1902/03 ungewöhnlich anziehende Arbeiten zur Stereoskopie veröffentlicht. In einem Orthostereoskopie benannten, längeren Aufsatz hatte er in einer besonders durchsichtigen Weise die Bedingungen festgelegt, unter denen man im Stereoskop eine treue Wiedergabe eines genügend weit entfernten Raumdinges erhält; ungefähr um dieselbe Zeit hat er Versuche beschrieben, den Einfluß der Akkommodation auf die Wahrnehmung von Tiefenunterschieden zu ermitteln, wobei er in einer ungemein durchsichtigen und wirksamen Art den telezentrischen Strahlengang auf der Gegenstandsseite benutzte, um während des Versuchs das Bild stets in der gleichen scheinbaren Größe zu erhalten.

Jetzt hat er seine Arbeiten in erster Linie auf das Ziel gerichtet, ein Orthostereoskop im obengenannten Sinne mit besonders großem Gesichtswinkel herzustellen, und die Art und Weise, in der er die notwendigen und hinreichenden Bedingungen dafür ableitet, muß einem jeden Leser eine helle Freude machen, der ein Herz für die Belehrung eines weiteren Kreises von Fachleuten hat. Von der Vorführung erläuternder Aufnahmen, sei es eines regelmäßigen Netzes, sei es geeigneter Gebäudegruppen, wird ein reichlicher Gebrauch gemacht. Wie der auch nur einigermaßen unterrichtete Fachmann wissen wird, lag die Hauptschwierigkeit im Mangel einer Betrachtungslupe für das blickende Auge, die in einem großen Winkel von 80° und mehr ausreichend verzeichnungsfrei wäre. Herr VAN ALBADA hat auf Grund eines sehr glücklich durchgearbeiteten und ungemein ansprechend vorgetragenen Gedankens selber eine solche Weitwinkel-lupe angegeben und schlägt vor, sie mit einer Brennweite von etwa 6,35 cm — natürlich müssen die Aufnahme-linsen an der Zwillingskammer die gleiche Brennweite aufweisen — zur Herstellung von wahren Weitwinkelstereoskopien zu verwenden. Das Gestell eines solchen

mit den verschiedenen zu richtigem Gebrauche erforderlichen Einstellmöglichkeiten hat er in gemeinsamer Arbeit mit der Jenaer optischen Werkstätte von CARL ZEISS entwickelt und bringt es zur Kenntnis der englischen Optischen Gesellschaft.

Als Hilfsgerät für die Zwillingskammer schlägt er einen Weitwinkelsucher vor, und zwar ist dieser auf der Grundlage eines in umgekehrtem Strahlengange verwandten Fernrohrs mit Prismenaufrichtung des Blides entworfen; er erlaubt, durch Einsetzen einer richtig bestimmten Blende das Sucherfeld mit dem von der Zwillingskammer beherrschten Bildwinkel in genaue Übereinstimmung zu bringen.

In alter Freundschaft mit dem Vortragenden möchte der Berichtersteller die Hoffnung aussprechen, es möchte diese von Herrn VAN ALBADA ausgehende, wichtige und aufs beste durchdachte Anregung die Verbreitung der verständnisvoll betriebenen Stereoskopie fördern.

M. v. ROHR.

Binocular vision and the stereoscopic sense. [R. J. TRUMP, (Read 12. VI. 1924.) Trans. Opt. Soc. 25, 261/72. 1923/24. 5⁺.] Es wird die alte Frage von neuem gestellt, ob zu stereoskopischer Wahrnehmung eine bestimmte Verbindung von Konvergenz der Augenachsen und von Akkommodation notwendig sei. Vielleicht könnte man hier auf Arbeiten von R. H. Bow in Edinburg hinweisen, die vor 60 Jahren und mehr veröffentlicht wurden und in manchen Ergebnissen sehr gut zu den hier entwickelten Ansichten stimmen. Auch die noch fast 10 Jahre älteren Oppelschen Arbeiten gehören hierher.

Der Vortragende machte seine Beobachtungen hauptsächlich ohne Stereoskop sei es ohne, sei es mit Kreuzung der Blicklinien vor der Ebene der Halbbilder. Für den ersten Fall könnte man auf das 1906 veröffentlichte Köhlersche Verfahren hinweisen, wo die Blickrichtung durch ein an einem durchlässigen Spiegel erzeugtes Spiegelbild eines fernen Richtpunkts festgelegt wird. Man erspart sich damit die mühsamere Schulung, wie sie Hr. TRUMP durch allmähliches Auseinanderziehen eines Paares von Halbbildern erreicht. Daß er bei seinen Versuchen auch auf divergente Stellungen der Augenachsen kommt, ist wohl verständlich, und er scheint — seine Drehpunktweite habe ich nur geschätzt — bis zu etwa $4\frac{3}{4}^\circ$ gekommen zu sein, was merklich weniger ist als die von R. H. Bow und J. J. OPPEL berichteten Divergenzen von etwa $7\frac{3}{4}^\circ$. Im Verlauf seiner Versuche kommt er dazu, die Rolle der Konvergenz beim Zustandekommen der Tiefenwahrnehmung nicht hoch anzuschlagen, auch die Änderung des Akkommodationszustandes mache dafür wenig aus. — Die stereoskopische Vereinigung von Punktreihen und Gruppen einfacher Linien gelinge weniger leicht als die Verschmelzung zweier einfacher Perspektiven. Die Auffassung der Perspektive, wie sie auch dem Einzelaugen zugänglich ist und durch Erfahrung und Formgedächtnis unterstützt wird, sei bei der Benutzung des Stereoskops von überwiegender Wichtigkeit; das sehe man auch aus dem Umstand, daß unvertauschte Halbbilder aus einer Zwillingskammer meistens nur flach empfunden würden, aber selten das Trugbild hervorriefen.

M. v. ROHR.

Die Abscheidung von Wolframmetall durch Elektrolyse seiner Verbindungen ist bereits vielfach versucht worden; man hat geschmolzene oder gelöste Wolframate sowie auch Wolframhalogenide in organischen Lösungsmitteln elektrolysiert, ohne nennenswerte Erfolge zu erzielen. Bei einer erneuten Bearbeitung dieser Frage ist J. A. M. VAN LIEMPT im Phys.-chem. Laboratorium der Philips-Glühlampenfabriken-A.-G.

(Zeitschr. f. Elektrochem. 31, 249. 1925) dazu gelangt, die Bedingungen zu ermitteln, unter denen die elektrolytische Gewinnung von Wolframmetall möglich ist. Er fand, daß bei Elektrolyse *neutraler* oder *schwach alkalischer* Alkaliwolframatmelzen zwischen 700° und 1000° mit Stromdichten von 15 A/cm^2 pulverförmiges Metall in ziemlich guter Ausbeute und in recht reiner Form erhalten wird; als Anode ist Wolfram oder Kohle verwendbar, als Kathode können verschiedenartige Metalle benutzt werden. Die Bildung des Wolframs erfolgt nicht unmittelbar, sondern durch Einwirkung des primär abgeschiedenen Natriums auf Wolframat. Nach derselben Reaktion entstehen aber in *sauren* Alkaliwolframatmelzen (z. B. $\text{Na}_2\text{W}_2\text{O}_7$) vorwiegend Wolframbronzen, jene metallisch schimmernden gelben, roten oder blauen Verbindungen der Zusammensetzung $\text{M}_2\text{O} \cdot (\text{WO}_3)_n \cdot \text{WO}_2$ ($\text{M} = \text{Na}, \text{K}, \text{Li}$), über deren chemische Natur man noch sehr wenig unterrichtet ist.

Es wurde nun beobachtet, daß bei der Elektrolyse von sauren Alkaliwolfraten (am besten von $\text{Li}_2\text{W}_2\text{O}_7$) bei etwa 1000° mit Kathoden aus Kupfer oder Nickel diese Metalle sich mit einer fest haftenden, politurfähigen Wolframbhaut bedecken, die unter einer meist leicht entfernbaren Schicht von Wolframbronze liegt. Es scheint demnach, als ob das der Kathode anhaftende Wolframmetall durch thermischen Zerfall einer primär gebildeten Bronze entstanden sei. Tatsächlich weiß man seit langem, daß Wolframbronzen bei hoher Temperatur unter Bildung des Metalles (umkehrbar) zerfallen. Es ist vielleicht nicht ausgeschlossen, daß die durch diese Versuche ermöglichte *Wolframierung von Metallen* sich nützlich wird verwenden lassen, da sich das Wolfram durch mancherlei ungewöhnliche Eigenschaften auszeichnet. Wenn man in einer Schmelze von saurem Lithiumwolframat mit einer Kathode elektrolysiert, die aus einem *Wolfram-Einkrystall* besteht, so wächst dieser — bei richtig gewählter Stromdichte — als Einkrystall weiter, ganz ähnlich, wie unter gewissen Bedingungen das aus der Gasphase sich an einem Einkrystall abscheidende Wolfram „orientiert“ zur Ablagerung kommt. Dieser neue Weg zur Vergrößerung von Einkrystallen ist möglicherweise auf andere Metalle übertragbar und vielleicht auch für die Technik der Wolframdrahterzeugung von Bedeutung. I. KOPPEL.

Jahresbericht des American Museum of Natural History in New York für das Jahr 1923. Im Jahre 1869 vereinigte sich eine Anzahl angesehener Bürger von New York zur Gründung eines „American Museum of Natural History“ und in demselben Jahre wurden dieser Anstalt vom Staate New York die Rechte einer Korporation erteilt. Das Museum begann aus ganz kleinen Anfängen, freilich mit der festen Absicht, einmal ein „Weltmuseum“ zu werden; von Jahr zu Jahr in zunehmendem Maße wachsend und an Bedeutung gewinnend hat es sich allmählich zu einem Museum entwickelt, das zu den reichsten und größten, den bestverwalteten und an Erfolg bedeutungsvollsten der Welt gehört.

Es mag erlaubt sein, aus den früheren Berichten wie aus dem letzten für 1923 einige bezeichnende Einzelheiten herauszuheben; zunächst über das Wachstum der Ausgaben des Museums im allgemeinen und der Gehälter im besonderen (der Dollar zu 4 Mark gerechnet).

	Mark	Mark
1870 Ausgaben	34 000, davon Gehälter	9 200
1880 „	116 000, „ „	35 000
1890 „	216 000, „ „	71 000
1900 „	516 000, „ „	210 000
1923 „	4 324 000, „ „	1 537 000

Das Vermögen des Museums beträgt heute 46 Millionen Mark; doch hält der Bericht für 1923 zur Zeit eine Vermehrung um 12 Millionen für nötig, und für später die Hebung des Vermögens auf 80 Millionen Mark, wenn der daraus erzielte Zinsertrag zusammen mit der laufenden Einnahme dem Museum die Erfüllung seiner Aufgaben gewährleisten soll.

Der wissenschaftliche Stab besteht für Mineralogie, Geologie und Paläontologie aus 11 Fachleuten, davon der für fossile Wirbeltiere — eine ganz besonders bevorzugte Abteilung des Museums — allein aus 7; für Zoologie und Zoogeographie 30, darunter Ichthyologie 4, Ornithologie 7, Therologie 3, vergleichende und menschliche Anatomie 4, Anthropologie 7. Botanik ist nicht vertreten. Unter den Beamten des Museums befindet sich eine größere Anzahl erstklassiger Gelehrter.

Der Bericht für 1923 führt den Sondertitel: „The American Museum and the world“; und der Präsident des Museums, Professor H. F. OSBORN, der hervorragende Wirbeltier-Paläontologe, gibt in einem ausführlichen, sehr geschickt mit geographischen Karten illustrierten Artikel Bericht über das American Museum als Weltmuseum, nämlich einen Überblick über die Schätze desselben in geographischer Hinsicht, d. h. einmal die mehr oder minder starke Vertretung der einzelnen Gegenden der Welt innerhalb der Sammlungen des American Museum, vergleichend betrachtet, ferner die Vertretung der einzelnen Gegenden im Verhältnis zu der bisher überhaupt bekannt gewordenen Gesamtfauuna derselben. Dies zeigt dem Fachmann sowohl den Reichtum des Museums wie die noch vorhandenen Lücken und gibt damit die Richtung fernerer Eigenarbeit des Museums und erwünschten Tauschverkehrs mit befreundeten auswärtigen Instituten.

Die in diesem Artikel wie in den Jahresberichten der einzelnen Abteilungsvorstände gebrachten großen Zahlen geben nur dem Fachmann ein verständliches Bild; als Stichprobe mag jedoch aufgeführt werden, daß die Sammlung nordamerikanischer Säugetiere 22 330 Felle und Schädel aufweist, und daß die Reptilien- und Amphibiensammlung von 6000 entwickelten Stücken im Jahre 1909 sich auf 57 000 im Jahre 1923 vermehrt hat.

Das American Museum steht mit einer außerordentlich großen Zahl von Fachleuten, Vereinen, Akademien, Bibliotheken, Instituten und Museen in Amerika sowohl wie auswärts in Verbindung; es sendet ununterbrochen größere und kleinere überaus erfolgreiche Forschungsexpeditionen aus (von den jüngsten sind besonders hervorzuheben die Kongo-Expedition und die dritte mongolische); es veröffentlicht eine Reihe von Zeitschriften (an dieser Stelle sollen nur die für Zoologie und Paläontologie in Betracht kommenden aufgeführt werden): 1. Bulletin of the American Museum, von 1881—1923, 48 Bände wertvoller Originalarbeiten; 2. American Museum Novitates, von 1921 bis 1923, 103 Nummern zur schnellen Veröffentlichung vorläufiger Forschungsergebnisse; 3. Memoirs, bisher 9 Bände mit größeren Arbeiten; 4. Natural History, Journal of the American Museum, seit 1900 jährlich ein Band von monatlich oder zweimonatlich erscheinenden Heften, eine für das allgemein gebildete Publikum bestimmte glänzende Zeitschrift mit lebensvollen Darstellungen erster Fachleute in Wort und Bild. Außerdem gibt das Museum Gelegenheitsveröffentlichungen heraus, wie auch eine Reihe besonders kostbarer und umfangreicher Werke, so z. B. D. G. ELLIOT, A revision of the Primates, 3 Bände in Quart; ferner das soeben vollendete Monumentalwerk von Bashford Dean, Bibliography of Fishes.

Wir europäische, besonders wir deutsche Beurteiler sind leicht geneigt, die gewaltigen Maße der großen amerikanischen Museen lediglich auf Rechnung des größeren Reichtums Amerikas zu setzen. Das ist gewiß zum Teil richtig; aber ebenso gewiß nur zum Teil; die Reichtümer müssen gehoben, der Wissenschaft zugänglich gemacht werden; dazu gehört politisch-soziales Verständnis und Geschick, vor allem das Einsetzen der Persönlichkeit bedeutsamer Männer. Präsident OSBORN sagt in seinem Bericht für 1923 (die Übersetzung ist im allgemeinen wörtlich, nimmt aber einiges an andern Stellen des Berichtes Gebrachte hinzu): „Seinen Aufstieg schuldet das Museum in hervorragendem Maße der weitherzigen Unterstützung von Seiten der Stadt New York für seine verwaltungsmäßige und bauliche Unterhaltung; der ununterbrochenen Reihe großzügiger Schenkungen seitens der Vertrauensmänner („trustees“) des Museums, ebenso der zahlreichen sonstigen Gönner, Freunde und beitragenden Mitglieder des Museums; der Hingebung, die den Stab der wissenschaftlichen und Verwaltungsbeamten beseelt; der kräftigen Unterstützung der Bestrebungen und Arbeiten des Museums durch die Presse; dem echten Interesse und dem sich stets erweiternden Kreise der Freunde des Museums in New York, Amerika und der ganzen Welt, die davon überzeugt sind, daß das Institut wirklich beiträgt zum Fortschritt der Wissenschaft, der Bildung und der Volkserziehung.“

Wenn man die bisher vorliegende Reihe der Jahresberichte des American Museum durchblättert, so gewahrt man die stets zunehmende werbende Tätigkeit aller an dem Institut ehrenamtlich und amtlich Beteiligten und auf der andern Seite die immer allgemeiner entgegengebrachte Teilnahme; die sich stets enger knüpfende Verbindung mit den gesetzgebenden Körperschaften, den Behörden und vermögenden Mitbürgern; schließlich die immer wachsende Volkstümlichkeit des Museums, nicht zum mindesten durch seine ausgedehnte und vornehme Beteiligung an der Volksbildung, die auch die minder Begüterten veranlaßt, ihre Gabe für das Museum beizusteuern. Der Bericht führt für die Zeit von 1869—1923 neben den 93 Spendern einmaliger Zuwendungen im Betrage von 40 000 bis über 200 000 M des fernerer auf 1369 Spender von Summen zwischen 400 und 4000 M. dann für das Jahr 1923: 136 „Mitglieder“ mit je einem jährlichen Beiträge von 100 M. und etwa 3700 ansässige und 2400 auswärtige Mitglieder mit jährlichen Beiträgen von je 40 bzw. 12 M.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß in Deutschland ähnlich gerichtete Grundsätze und Persönlichkeiten am Werke sind und gewesen sind und zum Teil recht Beachtenswertes geleistet haben; aber immerhin können wir von Amerika viel lernen, auch wenn wir wissen, daß wir unsere Bestrebungen und Pläne nach einem bescheidenen Maße zuschneiden müssen.

G. PFEFFER.

Über die Zahlenverhältnisse der roten und weißen Blutkörper der heimischen Amphibien im Wechsel der Jahreszeiten berichtet W. HEESSEN in der Zeitschr. f. vergl. Physiol. 1. 1924. Es konnten bei zahlreichen Amphibien (Rana, Bufo, Bombinator, Triton usw.) sowohl in der Zahl der roten wie auch der weißen Blutkörper erhebliche Schwankungen im Zusammenhang mit der Jahreszeit festgestellt werden. Das Maximum der roten Blutkörper wird größtenteils in der Laichzeit erreicht, und während oder nach der Beendigung des Laichgeschäftes vermindert sich als Folge der durch die Fortpflanzung verursachten Erschöpfung diese Menge sehr erheblich und erreicht in der Zeit nach

dem Laichen ihr Minimum. Hierauf setzt wieder bis zum nächsten Frühjahr ein langsames Steigen der Zahlen ein. Außerdem wirken noch die Witterungs- und Ernährungsverhältnisse und die Änderungen in der Lebensweise, wie Wechsel von Land- und Wasserleben, auf die Zahl der Blutkörper ein. Die Kurven verlaufen für die verschiedenen Arten entsprechend ihrer verschiedenen Lebensweise nicht gleichmäßig, bei allen aber ist das Schwanken der roten Blutkörperzahl sehr beträchtlich: der Mittelwert bewegt sich um ca. 50% des Jahresmittels, der Maximalwert nähert sich teilweise ca. 200% desselben. Im Gegensatz zu den roten Blutkörpern verhalten sich die *weißen Blut-*

körper entsprechend der Jahreszeit bei allen untersuchten Amphibien weitgehend gleichmäßig. Hier liegt das Minimum allgemein am Ende des Winterschlafs im Februar (wohl als Folge des Nahrungsmangels). Dann steigt die Zahl stark an, erreicht im April das Maximum und fällt im Mai plötzlich wieder stark ab, um dann während des Sommers, Herbstes und Winters langsam und gleichmäßig dem Frühjahrsminimum wieder zuzustreben. Die Laichzeit hat also auf die Zahl der weißen Blutkörper keinen Einfluß, zumal da bei *Rana fusca* diese Zahl auch während und nach derselben noch steigt. Die Ursache dieser Schwankungen ist noch ungeklärt. K. BALDUS.

Astronomische Mitteilungen.

Neue Untersuchungen über die Bewegungen im Saturnsystem sind von H. STRUVE im Jahre 1916 mit dem Zeisschen 65 cm-Refraktor der Sternwarte in Berlin-Babelsberg begonnen und nach seinem Tode von seinem Sohne GEORG STRUVE weitergeführt worden. Das Studium der Bewegungsverhältnisse im Saturnsystem ist in Hinsicht auf die Analogien, die mit den Bewegungen im Sonnensystem vorhanden sind, von großer Bedeutung, da sich dort alle Bewegungen in viel kürzerer Zeit abspielen als in diesem, und die Auffindung von Störungen langer Periode demgemäß in viel kürzerer Zeit möglich ist, als in den Bewegungen der Planeten. Auch kann eine gesicherte Kenntnis der Bewegungen der Trabanten in Zukunft die Frage über die Konstanz der Rotationsgeschwindigkeit der Erde entscheiden, da sich eine Verlangsamung der Erddrehung in einer Beschleunigung der mittleren Bewegung der Trabanten zu erkennen geben wird, wofür wir bis heute nur auf die Bewegung unseres Mondes angewiesen sind.

Als erstes Glied des Saturnsystems behandelt G. STRUVE in den Veröffentlichungen der Univ.-Sternwarte Berlin-Babelsberg Bd. VI, Heft 1 die Bahn von Rhea. Die Diskussion des gesamten vorliegenden Beobachtungsmaterials von 1884–1923 führt zu interessanten Ergebnissen. Die aus den neuen Beobachtungen abgeleiteten Korrekturen der Epochenlänge von Rhea liegen innerhalb der Grenzen der Messungsgenauigkeit, und auch die Bahnlageelemente A und i erfahren durch die neuen Beobachtungen nur unbedeutende Änderungen gegenüber den vom Verfasser früher abgeleiteten Werten. H. STRUVE war bei der Bearbeitung seiner von 1884–1892 in Pulkowa angestellten Beobachtungen zu dem Resultat gekommen, daß die Bahn von Rhea eine geringe Exzentrizität besitzt. Er nahm an, daß es sich um eine freie Exzentrizität handelt, und daß die beobachtete Bewegung des Perisaturniums von Rhea allein durch die Abplattung des Saturn bedingt wird. Eine Beobachtungsreihe in Washington aus den Jahren 1903–08 ließ sich aber mit diesen Annahmen nicht in Einklang bringen. G. STRUVE kommt nun zu dem Resultat, daß die Lage des Perisaturniums von Rhea bedingt ist durch diejenige von Titan, dessen Masse die von Rhea etwa um das 60fache übertrifft und der eine stark exzentrische Bahn und eine jährliche Bewegung der Apsidenlinie von rund $1\frac{1}{2}^\circ$ besitzt. Die Perisaturniumlänge von Rhea oszilliert um die von Titan in 38jähr. Periode mit einem Ausschlag von etwa $17,6^\circ$ und auch die Exzentrizität der Rheabahn ist ähnlichen Schwankungen im gleichen

Zeitraum unterworfen, so daß also zu dem Betrage der von der Abplattung des Saturn herrührenden Exzentrizität und Bewegung der Perisaturniumlänge von Rhea noch ein durch Titan erzwungener Anteil hinzu kommt.

Dieses Resultat ist vom Standpunkt der Störungstheorie insofern merkwürdig, als in den mittleren Bewegungen von Rhea und Titan keine Kommensurabilität niederer Ordnung besteht, die zu der beobachteten Libration Veranlassung geben könnte. Das Verhältnis der mittleren täglichen Bewegungen beider Trabanten ist $7:2$, und die Konjunktionspunkte beider Monde verschieben sich von einer Konjunktion zur anderen um etwa 142° . Nach Ansicht von Professor WILKENS können die gefundenen Beziehungen zwischen den Perisaturniumlängen nicht von dauerndem Bestand sein, während STRUVE die Libration für stabil hält. Es wird eine lohnende Aufgabe sein, die Bewegungen im System Titan-Rhea vom theoretischen Standpunkt aus zu untersuchen.

Der absolut hellste Stern, den wir bisher gefunden haben, ist nach einer Mitteilung SHAPLEYS (Harvard Observatory Bulletin 814) S Doradus, ein veränderlicher im offenen Sternhaufen N. G. C. 1910, der wiederum ein Glied der großen Magellanischen Wolke ist. Der Stern hat eine mittlere scheinbare Helligkeit von etwa 9. Größe, die in unregelmäßiger Weise um 1,5 Größenklassen schwankt. Sein Spektrum ist dem von P Cygni gleich, das außerordentlich selten ist, ausgenommen in der großen Magellanischen Wolke, wo noch 8 andere Sterne dieses Typus vorkommen.

Mit der von SHAPLEY bestimmten Entfernung der Wolke von etwa 100 000 Lichtjahren ergibt sich für S Doradus die mittlere absolute Größe $-8^m,9$, so daß der Stern rund 14 Größenklassen heller ist als die Sonne. Auch die anderen P Cygni-Sterne der Wolke sind sehr hell, ihre absoluten Größen liegen zwischen $-4^m,9$ und $-6^m,3$, so daß große absolute Helligkeit ein charakteristisches Merkmal für diesen Spektraltypus ist. Der Durchmesser von S Doradus ist wegen der großen Oberflächenhelligkeit der P Cygni-Sterne sicher kleiner als der der roten Übergiganten der Wolke, z. B. der Veränderlichen vom δ Cephei-Typus, die 3–4 Größenklassen schwächer sind, doch ist er immer noch größer als der Durchmesser der Erdbahn. Die Gesamtstrahlung des Sterns beträgt soviel wie die von etwa 600 000 Sternen von Sonnenhelligkeit, und der Massenverlust durch die Strahlung ist 10^{20} Tonnen pro Jahr. OTTO KOHL.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Das Atom und die Bohrsche Theorie seines Baues

Gemeinverständlich dargestellt von

H. A. Kramers

und

Helge Holst

Dozent am Institut für theoretische
Physik der Universität Kopenhagen

Bibliothekar an der Königl.
Technischen Hochschule Kopenhagen

Deutsch von

F. Arndt

Professor an der Universität Breslau

199 Seiten mit 35 Abbildungen, 1 Bildnis und 1 farbigen Tafel. 1925
7.50 Goldmark, gebunden 8.70 Goldmark

Valenzkräfte und Röntgenspektren. Zwei Aufsätze über das
Elektronengebäude des Atoms. Von Dr. **W. Kossel**, o. Professor an der
Universität Kiel. Zweite, vermehrte Auflage. 93 Seiten mit 12 Abbildungen.
1924. 3.60 Goldmark

Über den Bau der Atome. Von Niels Bohr. Zweite, unveränderte
Auflage. (Vortrag bei der Entgegennahme des Nobelpreises in Stockholm am
11. Dezember 1922. Ins Deutsche übersetzt von W. Pauli jr.) 60 Seiten
mit 9 Abbildungen 1924. 1.50 Goldmark

**Fluoreszenz und Phosphoreszenz im Lichte der neueren
Atomtheorie.** Von Peter Pringsheim. Zweite, verbesserte Auf-
lage. 236 Seiten mit 33 Abbildungen. 1923. 8.50 Goldmark

Spektroskopie der Röntgenstrahlen. Von Dr. Manne Siegbahn,
Professor an der Universität Upsala. 263 Seiten mit 119 Abbildungen. 1924.
15 Goldmark, gebunden 16 Goldmark

Seriengesetze der Linienspektren. Gesammelt von Professor Dr.
F. Paschen, o. ö. Professor an der Universität Tübingen, und Dr. R. Götze.
158 Seiten. 1922. 11 Goldmark

Der Aufbau der Materie. Drei Aufsätze über moderne Atomistik
und Elektronentheorie. Von Max Born. Zweite, verbesserte Auflage.
92 Seiten mit 37 Textabbildungen. 1922. 2 Goldmark

Konstanten der Atomphysik. Herausgegeben von Dr. Walther
A. Roth, Professor an der Technischen Hochschule in Braunschweig, und
Dr. Karl Scheel, Professor an der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in
Charlottenburg. Unter besonderer Mitwirkung von Dr. E. Regener, Professor
an der Technischen Hochschule in Stuttgart. (Sonderdruck aus Landolt-
Börnstein, Roth-Scheel, Physikalisch-chemische Tabellen. Fünfte Auflage 1923.)
114 Seiten. 1923. Gebunden 8 Goldmark

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie

mit Berücksichtigung der experimentellen Pharmakologie

Bearbeitet von etwa 315 Fachgelehrten

Herausgegeben von

Geh. Med.-Rat Prof. Dr. A. Bethe Prof. Dr. G. v. Bergmann

Direktor des Instituts für animal. Physiol., Frankfurt a. M. Direktor der Mediz. Univ.-Klinik, Frankfurt a. M.

Prof. Dr. G. Embden Geh.-Rat Prof. Dr. A. Ellinger †

Direktor des Instituts f. vegetat. Physiol., Frankfurt a. M. ehemals Direktor des Pharmakologischen Instituts,
Frankfurt a. M.

Inhalt der einzelnen Bände:

1. Band: Allgemeine Physiologie. 2. Band: Atmung. 3. Band: Verdauung und Verdauungs-
apparat. 4. Band: Resorption und Ablagerung. Exkretion. 5. Band: Gesamtstoff- und
Energiewechsel (Physiologie und Pathologie des intermed. Stoffwechsels). 6. Band: Blut.
Lymphsystem. 7. Band: Blutzirkulation. 8. Band: Spezielle Organe und Einrichtungen des
Energieumsatzes (Muskelphysiologie, Elektrophysiologie und Lichtproduktion). 9. und
10. Band: Nervensystem. 11. und 12. Band: Rezeptoren. 13. Band: Schutz- und Angriffs-
einrichtungen. Reaktionen auf Schädigungen. 14. Band: Fortpflanzung, Entwicklung,
Wachstum und Regeneration. 15.—17. Band: Korrelationen. (15. Band: Bewegung bei
Stimme und Sprache. 16. Band: Hormonorgane, Regulation des Stoffwechsels.
17. Band: Wärmeregulation, Konstitution und Vererbung.)

Soeben erschien der zweite Band:

Atmung

(B. I. Aufnahme und Abgabe gasförmiger Stoffe)

Bearbeitet von

K. Amersbach, G. Bayer, A. Bethe, A. Brunner, W. Felix, F. Flury, A. Geigel,
W. Heubner, L. Hofbauer, G. Liljestrang, O. Renner, F. Rohrer,
F. Sauerbruch, E. v. Skramlik, R. Staehelin

561 Seiten mit 122 Abbildungen

39 Goldmark; in Halbleder gebunden 44.40 Goldmark

Inhaltsübersicht:

Bethe, Geh.-Rat Prof. Dr. A., Frankfurt a. M.: Allgemeines und Vergleichendes — Felix,
Prof. Dr. W., Zürich: Anatomie der Atmungsorgane — Rohrer, Priv.-Doz. Dr. F., Clavadel-
Davos: Physiologie der Atembewegung — v. Skramlik, Prof. Dr. E., Freiburg i. Br.: Physio-
logie der Luftwege — Liljestrang, Prof. Dr. G., Stockholm: Chemismus des Lungengas-
wechsels — Bayer, Prof. Dr. G., Innsbruck: Regulation der Atmung — Geigel, Prof. Dr.
Richard, Würzburg: Lungengeräusche — Amersbach, Prof. Dr. K., Freiburg i. Br.: Patho-
physiologie der Luftwege — Hofbauer, Dozent D. L., Wien: Pathologische Physiologie
der Atmung mit Ausnahme der oberen Luftwege — Brunner, Priv.-Doz. Dr. A., München,
und Sauerbruch, Geh.-Rat Prof. Dr. F., München: Operative Verkleinerung der Lunge —
Bayer, Prof. Dr. G., Innsbruck. Pharmakologie der Atmung — Heubner, Prof. Dr.
Wolfgang, Göttingen: Durchlässigkeit der Lunge für fremde Stoffe — Flury, Prof. Dr.
Ferdinand, Würzburg: Gasvergiftungen — Staehelin, Prof. Dr. R., Basel; Staubinhal-
ation — Renner, Prof. Dr. O., Jena: Atmungsvorrichtungen bei Pflanzen

Als nächste Bände erscheinen Band 8 und 17