

## Über die Konstitution der hochmolekularen Stoffe.

Von H. STAUDINGER, Freiburg i. Br.

In dem H. 42 der Naturwissenschaften 1928 kommt ein Artikel von K. H. MEYER „Neue Wege in der organischen Strukturlehre und der Erforschung hochpolymerer Verbindungen“, zum Abdruck, der eine gekürzte Wiedergabe eines Aufsatzes des gleichen Autors in der Z. angew. Chem.<sup>1</sup> darstellt. In diesen Veröffentlichungen werden in den wesentlichen Punkten Ansichten über den Bau der hochmolekularen Verbindungen wiedergegeben, wie ich sie seit Jahren in zahlreichen Publikationen<sup>2</sup> und Vorträgen<sup>3</sup> vertreten habe; ich begrüße es, wenn dieser Autor meine Ansichten teilt, nachdem diese Frage des Aufbaues hochpolymerer Verbindungen lange Zeit eine strittige war. Da aber auf meine Arbeiten in diesem Referat nicht Bezug genommen wird, durfte ich annehmen, daß K. H. MEYER dieselben als bekannt voraussetzt<sup>4</sup>. Dieses wird für den Leserkreis der Z. angew. Chem. zutreffen, nicht aber für den der NATURWISSENSCHAFTEN, um so mehr, als hier nur in einer kurzen Notiz über diese Untersuchungen berichtet wurde<sup>5</sup>; darum sei dieses nachgeholt.

### I.

Als wesentliche Ergebnisse meiner früheren Arbeiten betrachte ich folgende:

*1. In den hochmolekularen organischen Stoffen sind viele kleine Grundmoleküle durch normale Co-Valenzen (Hauptvalenzen) zu langen Ketten, großen Molekülen, gebunden. Die charakteristischen Eigenschaften der Hochpolymeren sind durch die Kettenlänge, also die Molekülgröße, bedingt.*

Früher hatte man dieses Aufbauprinzip für die hochmolekularen Naturstoffe wie Cellulose, Eiweiß u. a. angenommen. Man verließ diese Auffassung, nachdem SCHERRER und HERZOG bei der Cellulose, KATZ beim gedehnten Kautschuk gezeigt hatten, daß dieselben kristallisiert sind und nach-

<sup>1</sup> Z. angew. Chem. 41, 935 (1928).

<sup>2</sup> Vgl. über die Konstitution hochpolymerer Verbindungen. 1. bis 10. Mitteilung. Ferner über Isopren und Kautschuk, 1. bis 12. Mitteilung. Die Arbeiten sind in den Ber. dtsh. chem. Ges., in den Helvet. chim. Acta usw. erschienen.

<sup>3</sup> Vorträge auf der Naturforscherversammlung Innsbruck 1924 (vgl. Naturwiss. 1924, Sonderh., 38), Düsseldorf 1926; vgl. Ber. dtsh. chem. Ges. 59, 3019 (1926).

<sup>4</sup> Eine Zusammenfassung der experimentellen Ergebnisse meiner Arbeiten erscheint gleichzeitig in der Z. angew. Chem.

<sup>5</sup> Vgl. G. MIE und J. HENGSTENBERG, H. STAUDINGER, H. JOHNER, R. SIGNER, Naturwiss. 15, 379 (1927).

dem man gefunden hatte, daß die Elementarzelle dieser kristallisierten Körper klein ist. Man nahm an, daß die Kantenlänge der Elementarzelle eine obere Grenze für die Moleküllänge ergibt und schloß deshalb auf eine geringe Molekülgröße der Naturstoffe<sup>1</sup>. Da diese Produkte nur im festen Zustand oder in kolloider Lösung vorliegen, kam man weiter zur Auffassung, daß diese kleinen Moleküle besondere Eigenschaften hätten, besondere Gitterkräfte, die verhindern, daß Einzelmoleküle durch Lösungsmittel herausgelöst werden können. Für diese Auffassung trat hauptsächlich BERGMANN<sup>2</sup> und in etwas veränderter Form HESS<sup>3</sup> bei der Cellulose ein, und beide Autoren konnten diese Theorie durch wertvolle experimentelle Beobachtungen stützen.

Bei meinen Untersuchungen beschäftigte ich mich weniger mit diesen Naturstoffen, als mit einfacher gebauten synthetischen Produkten, die ähnliche Eigenschaften haben wie die hochpolymeren Substanzen. Ich ging dabei von dem Gedanken aus, daß man *bei solchen einfacher gebauten synthetischen Stoffen viel leichter in den Bau der hochpolymeren Verbindungen eindringen könne: diese stellen Modelle der Naturstoffe dar*. Es sollte sich also hier entscheiden lassen, ob die merkwürdigen Eigenschaften der hochmolekularen Stoffe durch große Moleküle bedingt sind, oder durch ein anderes Aufbauprinzip, das man bei den gewöhnlichen niedermolekularen Stoffen nicht antrifft.

Hier war in einer ganzen Reihe von Fällen die einwandfreie Entscheidung möglich, daß in hochmolekularen Stoffen einzelne kleine Moleküle (Grundmoleküle) durch normale Covalenzen zu einer langen Kette, also zu sehr großen Molekülen, gebunden sind. Bei diesen synthetischen Produkten kennt man nämlich — und dieses ist ein wichtiger Vorteil — das monomere Produkt neben dem polymeren Stoff. Hier kann also der polymere Stoff nicht aus dem monomeren derart aufgebaut sein, daß die kleinen Moleküle desselben durch besondere Gitterkräfte zusammengehalten werden und so den nur scheinbar hochpolymeren Stoff aufbauen. Bei den Naturprodukten ist, außer beim Kautschuk, der monomere Stoff, der den polymeren aufbauen soll, unbekannt, und deshalb wies man diesen unbekannt Bausteinen, die BERGMANN Individualgruppen nannte, die genannten merkwürdigen Eigenschaften zu.

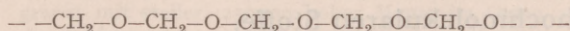
Es gelang z. B. bei den unlöslichen Polyoxymethylenen, den Polymerisationsprodukten des

<sup>1</sup> Vgl. HERZOG, Naturwiss. 12, 955 (1924).

<sup>2</sup> BERGMANN, Ber. dtsh. chem. Ges. 59, 2973 (1926).

<sup>3</sup> HESS, Chemie der Cellulose. Leipzig 1928.

Formaldehyds, nachzuweisen, daß sie sich aus zahlreichen Formaldehydmolekülen bilden, indem letztere zu einer langen Kette vereinigt werden. Und zwar können *mindestens 100 Formaldehydmoleküle durch normale Valenzen verbunden sein:*



Die besonderen Eigenschaften des Polyoxymethylens, z. B. die Unlöslichkeit, hängen mit dem Aufbau aus großen Molekülen zusammen, da ja bekanntlich die zwischenmolekularen Kräfte mit steigender Molekülgröße zunehmen.

Bewiesen wurde dieses Aufbauprinzip nach denselben Methoden, nach denen man die Konstitution einfacher Körper aufklärte. Man spaltete die großen Moleküle und stellte daraus kleinere Bruchstücke her, deren Zusammensetzung und Molekülgröße genau bestimmt werden konnten. Durch Vergleich der Eigenschaften dieser Abbauprodukte mit denen des ursprünglichen Stoffes kann man einmal das Aufbauprinzip des letzteren einwandfrei feststellen und weiter auch eine Vorstellung über die Molekülgröße des ursprünglichen Stoffes gewinnen. Solche Untersuchungen wurden außer bei den Polyoxymethylenen auch beim Kautschuk, beim Polystyrol, beim Polyinden, bei der Polyacrylsäure u. a. durchgeführt. Die Ergebnisse sind in einer zusammenfassenden Arbeit und in einer Reihe von Einzelmitteilungen veröffentlicht<sup>1</sup>.

Aus diesen Untersuchungen folgerte ich, daß auch die Naturstoffe, deren Konstitutionsaufklärung bisher nicht gelungen ist, ein gleiches Aufbauprinzip haben und habe wiederholt ausgesprochen, daß in der Cellulose, ähnlich wie im Polyoxymethylen, Einzelmoleküle durch normale Valenzen zu langen Kettenverbunden sind<sup>2</sup>.

## 2. Unterscheidung der Begriffe Assoziation und Polymerisation.

Auf Grund der Untersuchungen über synthetische Hochpolymere formulierte ich vor 3 Jahren<sup>3</sup> Assoziation und Polymerisation folgendermaßen: *unter Assoziationskräften müssen solche verstanden werden, die mit den krystallbildenden Kräften in Parallele zu setzen sind, also Kräfte, wie sie in Seifenlösungen die Ionen und die undissoziierte*

<sup>1</sup> Vgl. zusammenfassende Arbeit, Ber. dtsch. chem. Ges. 59, 3019 (1926); ferner die genannten Publikationen und endlich die Dissertationen meiner Mitarbeiter: J. FRITSCHI, Zürich 1923; M. LÜTHY, Zürich 1923; F. FELIX, Zürich 1923; MAX BRUNNER, Zürich 1926; H. BRUSON, Zürich 1925; K. FREY, Zürich 1926; E. GEIGER, Zürich 1926; H. HUBER, Zürich 1926; H. JOHNER, Zürich 1927; E. W. REUSS, Zürich 1926; R. SIGNER, Zürich 1927; E. URECH, Zürich 1927; S. WEHRLI, Zürich 1926; W. WIDMER, Zürich 1925; W. STARCK, Freiburg 1928.

<sup>2</sup> Vgl. H. STAUDINGER, Helvet. chim. Acta 8, 67 (1924), H. STAUDINGER, R. SIGNER, H. JOHNER, G. MIE und J. HENGSTENBERG, Z. physik. Chem. 126, 425 (1927), und ferner die Dissertationen R. SIGNER und K. FREY.

<sup>3</sup> Helvet. chim. Acta 8, 331 (1925.)

*Seife zu einem Komplex zusammenhalten. Bei der Polymerisation sind die einzelnen Grundmoleküle chemisch, d. h. durch normale Valenzen gebunden.*

K. H. MEYER schließt sich auch hier meinen Anschauungen an.

Dieser Unterschied zwischen Assoziation und Polymerisation war bei meinen Untersuchungen über den Kautschuk und ähnliche kolloidlöslichen Substanzen leitend. Andere Forscher wie HARRIES, PUMMERER nehmen nämlich an, daß ein Kautschukteilchen durch Assoziation kleiner Grundmoleküle entsteht; dann sollten dieselben in einem geeigneten Lösungsmittel molekulardispers gelöst werden<sup>1</sup>. Nach meiner Auffassung ist dagegen der *Kautschuk ein Polymerisationsprodukt des Isoprens*: viele Isoprenmoleküle sind zu einer langen Kette durch normale Valenzbindung vereinigt. Durch Änderung des Lösungsmittels kann keine niedermolekulardisperse Lösung erreicht werden. Durch chemische Untersuchungen läßt sich gerade bei einfach gebauten synthetischen Verbindungen der einwandfreie Beweis führen, daß hier Polymerisationsprodukte, und nicht Assoziationen vorliegen. Ebenso wurde dies beim Kautschuk bewiesen, nämlich durch Reduktion von Kautschuk zu Hydrokautschuk<sup>2</sup>.

## 3. Die röntgenographischen Untersuchungen geben keinen direkten Aufschluß über die Molekülgröße der Hochpolymeren.

Nach den Untersuchungen von G. MIE und J. HENGSTENBERG<sup>3</sup> sind die Polyoxymethylene krystallisiert und geben ein Debye-Scherrer-Diagramm, aus dem sich eine kleine Elementarzelle errechnen läßt. Da der Nachweis geführt ist, daß die Polyoxymethylene sehr hochmolekular sind, ergibt sich hieraus der Schluß, daß man aus der Elementarzelle nicht die Molekülgröße berechnen kann. *Das Molekül kann viel länger sein, als die Elementarzelle und sich durch eine Reihe von Elementarzellen hindurchziehen.* Mit dieser Beobachtung ist die ganze Beweisführung der früheren Autoren hinfällig, die aus der kleinen Elementarzelle auf eine kleine Molekülgröße schlossen. Es wurde von mir in der gemeinsamen Arbeit mit SIGNER, JOHNER, MIE und HENGSTENBERG ausgesprochen, daß die Cellulose trotz der kleinen Elementarzelle hochmolekular sei. Dieser Schluß wurde besonders dadurch unterstützt, daß es gelang, *ein Polyoxymethylen in Form eines Fadens herzustellen, das, wie die Cellulose, Faserstruktur zeigt. Es ist dies die erste aus kleinen Bausteinen aufgebaute synthetische Faser.*

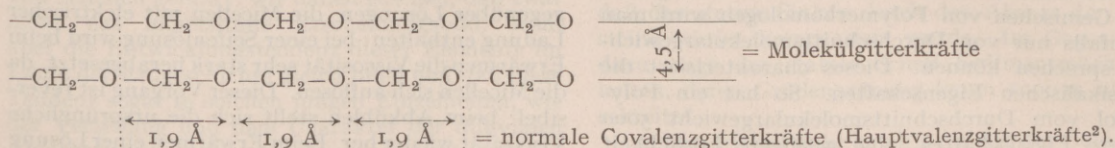
Weiter wurde bei den Polyoxymethylenen nachgewiesen, wie sich aus den Fadenmolekülen der

<sup>1</sup> Vgl. R. PUMMERER, H. NIELSEN und W. GÜNDEL, Ber. dtsch. chem. Ges. 60, 2167 (1927).

<sup>2</sup> H. STAUDINGER und J. FRITSCHI, Helv. chim. Acta 5, 785 (1922).

<sup>3</sup> Vgl. H. STAUDINGER, H. JOHNER, R. SIGNER, G. MIE und J. HENGSTENBERG, Z. physik. Chem. 126, 425 (1927).

krystallisierte Stoff aufbaut; die Abstände der Atome sind in der Richtung, in der chemische Bindung vorliegt, geringer als zwischen zwei Polyoxymethylenketten, die nur durch Molekülgitterkräfte in Verbindung stehen<sup>1</sup>. Diese Abstände wurden von MIE und HENGSTENBERG berechnet und werden durch folgende Zeichnung veranschaulicht:



In der Arbeit von K. H. MEYER und H. MARK<sup>3</sup> über den Aufbau der Cellulose, wird derselbe Gedankengang verfolgt. Auf Grund einer sehr interessanten Verwendung der Resultate der HAWORTH'schen Arbeiten<sup>4</sup> wird eine genaue Formulierung der Bindungsart der Cellobiosanhydridmoleküle in der Cellulose vorgeschlagen. Die Schlüsse sind allerdings bei dem komplizierten Bau der Cellulose nicht zwingend. Dies zeigen gerade die neuesten Arbeiten von K. HESS und C. TROGUS<sup>5</sup>, denn nach deren Untersuchungen gibt das niedermolekulare Cellobiosan dasselbe Röntgendiagramm wie die Hydratcellulose, so daß man also hier aus dem Röntgendiagramm nicht ohne weiteres auf den Bau der Cellulose als Kettenmoleküle schließen darf.

Der einzige Beweis für die hochmolekulare Natur der Cellulose ist also heute der, daß sie ein gleiches Aufbauprinzip hat, wie die Polyoxy-

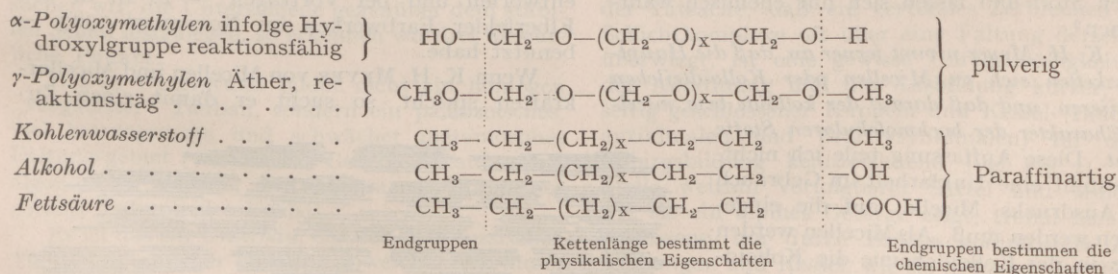
meine früheren, auf Modellversuchen begründeten Anschauungen:

1. K. H. Meyer spricht von Hauptvalenzketten und vermeidet den Molekülbegriff bei den hochpolymeren Stoffen.

Ich behalte dagegen den Molekülbegriff bei, denn es handelt sich hier um organische Stoffe, bei denen die Atome in homöopolarer Bindung stehen. Das

Molekül ist die Summe der Atome, die durch normale Covalenzen gebunden sind. Bei einem Fadenmolekül muß man also, wie bei ähnlichen einfach gebauten Verbindungen die Länge der Kette und ihre Endgruppen feststellen. Es hängen nämlich die physikalischen Eigenschaften bei gleichgebauten Verbindungen hauptsächlich von der Länge der Kette ab; die chemischen Eigenschaften variieren mit den Endgruppen. Diese Erfahrungen hat man schon lange bei den homologen Reihen gemacht. Die hochmolekularen Paraffine und die hochmolekularen Fettsäuren haben ungefähr die gleichen physikalischen Eigenschaften, die durch die langen Kohlenwasserstoffketten bedingt sind. Diese Stoffe unterscheiden sich aber chemisch sehr weitgehend und dies ist durch die Endgruppen bedingt.

Die gleichen Erfahrungen gelten auch für die polymerhomologen Reihen. Als solche bezeichne ich Stoffe, die ein gleiches Bauprinzip haben, sich



methylene, die in physikalischen Eigenschaften der Cellulose ähnlich sind.

II.

In folgenden Punkten verändert K. H. MEYER

<sup>1</sup> In dem Düsseldorfer Vortrag, Ber. 59, 3019 (1926) setzte ich auseinander, daß man bei hochpolymeren Stoffen zwischen Hauptvalenzgitterkräften und Molekülgitterkräften zu unterscheiden habe. Zweckmäßig wird man heute die Hauptvalenzgitterkräfte als normale Covalenzgitterkräfte bezeichnen.

<sup>2</sup> Vgl. H. STAUDINGER, Ber. dtsh. chem. Ges. 59, 3027, (1926).

<sup>3</sup> Ber. dtsh. chem. Ges. 61, 593 (1928).

<sup>4</sup> Vgl. die Zusammenstellung der Haworth'schen Arbeiten in Helvet. chim. Acta 11, 534 (1928).

<sup>5</sup> Ber. dtsh. chem. Ges. 61, 1982 (1928).

aber durch den Polymerisationsgrad, also die Kettenlänge unterscheiden. So haben z. B. Polyoxymethylen-derivate von gleicher Kettenlänge die gleichen physikalischen Eigenschaften, während die chemischen Eigenschaften je nach der Besetzung der Endvalenzen variieren. Es gibt also verschiedene polymerhomologe Reihen von Polyoxymethylen-derivaten, die man mit den homologen Reihen der aliphatischen Chemie vergleichen kann.

Der Vergleich der polymerhomologen Gemische mit den Paraffinen und Fettsäuren läßt sich noch weiter fortführen: Diese Produkte sind in der Regel nicht einheitliche Stoffe, sondern bestehen aus Gemischen von Homologen. Diese lassen sich nur sehr schwer trennen, da die physikalischen Eigenschaften benachbarter Glieder sich zu wenig unterscheiden. So ist das Gemisch

von Kohlenwasserstoffen, das im Hartparaffin vorliegt, kaum zu zerlegen. Gleiches gilt für die polymeren Verbindungen: auch hier sind die Stoffe nicht einheitlich, sondern bestehen aus Gemischen von Polymerhomologen, die sich untereinander lediglich durch die Kettenlänge unterscheiden. Molekulargewichtsbestimmungen bei den Paraffinen werden so nur einen Durchschnittswert ergeben. Bei Gemischen von Polymerhomologen wird man ebenfalls nur von Durchschnittsmolekulargewichten sprechen können. Dieses charakterisiert die physikalischen Eigenschaften. So hat ein Polystyrol vom Durchschnittsmolekulargewicht 5000 andere Eigenschaften, eine geringere Löslichkeit und einen höheren Schmelzpunkt, als ein Polystyrol vom Durchschnittsmolekulargewicht 2000. Ebenso steht die Viscosität der Lösungen mit dem Molekulargewicht im Zusammenhang, wie schon in früheren Arbeiten<sup>1</sup> gezeigt wurde.

Von Hauptvalenzketten wird man nur dann sprechen, wenn der Bau der Moleküle noch so wenig geklärt ist, daß man über die Länge der Ketten und die Besetzung der Endvalenzen nichts aussagen kann, wie dies bei der Cellulose der Fall ist.

Auch aus röntgenographischen Untersuchungen an hochmolekularen Stoffen kann man in günstigen Fällen, wie bei den Polyoxymethylenen aus den Atomabständen lediglich feststellen, in welcher Richtung eine chemische Bindung vorhanden ist, also eine Hauptvalenzkette vorliegt. Man kann aber weder die Moleküllänge bestimmen, noch die Endgruppen erkennen. Letztere sind kleine, nicht erkennbare Unregelmäßigkeiten im kristallisierten Stoff und lassen sich nur chemisch wahrnehmen<sup>2</sup>.

2. K. H. Meyer nimmt ferner an, daß die Hauptvalenzketten sich zu Micellen oder Kolloidteilchen assoziieren, und daß darauf der kolloide bzw. micellare Charakter der hochmolekularen Stoffe beruht. Diese Auffassung teile ich nicht. Es besteht eine Unklarheit im Gebrauch des Ausdrucks Micelle, auf die eingegangen werden muß. Als Micellen werden heute in der Kolloidchemie die Kolloidteilchen bezeichnet, die elektrische Ladung tragen<sup>3</sup>. Ein Beispiel eines organischen Stoffes, der Micellen bildet, ist die Seife. Hier besteht das Kolloidteilchen, die Micelle, aus Molekülen und Ionen; die elektrischen Ladungen bewirken seinen Zusammenhalt. Stoffe, wie Cellulose, Acetylcellulose,

Kautschuk, sind homöopolare Substanzen, haben also ein anderes Bauprinzip als die heteropolaren Seifen. In kolloiden Lösungen dieser Stoffe sind keine Micellen vorhanden, sondern große Moleküle, für die ich den Ausdruck *Makromoleküle* vorschlug. Diese können assoziieren. Die kolloiden Lösungen solcher Stoffe, die ich als *eukolloide Lösungen* bezeichne, zeigen einen fundamentalen Unterschied gegenüber Lösungen, die Micellen mit elektrischer Ladung enthalten: bei einer Seifenlösung wird beim Erwärmen die Viscosität sehr stark herabgesetzt, da die Micellen sich auflösen. Dieser Vorgang ist reversibel: beim Abkühlen stellt sich die ursprüngliche Viscosität wieder her. Beim Erwärmen einer Lösung von Kautschuk oder Acetylcellulose wird ebenfalls die Viscosität verringert. Dieser Vorgang ist hingegen irreversibel, weil hier die großen Moleküle, die Makromoleküle in der Wärme gespalten werden, ein Prozeß, der dem Verkracken von hochmolekularen Paraffinkohlenwasserstoffen entspricht.

Die Micellen NÄGELIS, die dieser bei der Cellulose u. a. Naturprodukten annahm, sind die Krystallite, und diese haben wieder ein anderes Bauprinzip, denn hier sind die langen Moleküle durch Molekülgitterkräfte zusammengehalten. Da der Micellbegriff sich für die Kolloidteilchen mit elektrischer Ladung eingebürgert hat, wird man hier in Zukunft denselben vermeiden müssen und von Krystalliten zu sprechen haben. Den Aufbau eines Krystallites aus großen, ungleich langen Molekülen kann man sich durch lange Stäbe veranschaulichen. Für eine Faser ergibt sich dann folgendes Modell, das ich gemeinsam mit R. SIGNER entworfen und bei Vorträgen — z. B. in den Elberfelder Farbwerken im November 1927 — benutzt habe.

Wenn K. H. MEYER von Micellen und Micellarkräften spricht, so sucht er damit einen Zu-



Modell einer Faser.

sammenhang mit den üblichen Vorstellungen der Kolloidchemie herzustellen. Dieser ist aber, wie gesagt, unzutreffend. Er zerreißt dadurch den Zusammenhang mit den einfachen organischen Verbindungen<sup>1</sup>.

Ich spreche von großen Molekülen und zwischenmolekularen Kräften und nehme damit an, daß hochmolekularen ein gleiches Bauprinzip haben wie die niedermolekularen Stoffe.

<sup>1</sup> Vgl. die Erwiderung K. H. MEYERS auf diese Einwände in der Z. angew. Chem. 1929, H. 3.

<sup>1</sup> Vgl. Ber. dtsh. chem. Ges. 59, 3031 (1926).

<sup>2</sup> Nach H. MARK (vgl. Naturwiss. 1928, 892) läßt sich die Größe der Krystallite (der Micellen im Sinne NÄGELIS) durch röntgenometrische Untersuchungen erkennen. Bei der Annahme, daß ein Molekül den ganzen Krystallit durchzieht, wäre durch diese Methode ihre Bestimmung möglich.

<sup>3</sup> Vgl. ZSIGMONDY, Kolloidchemie, V. Aufl., (1925), S. 170.

## Grundprobleme der Geologie Europas. V.

Von S. VON BUBNOFF, Breslau.

### Die labilen Schelfe.

Unsere auf einer historischen Betrachtung fußende Analyse der Grundelemente eines Kontinents hat uns zu der Unterscheidung von Blöcken und Schelfen geführt; wir haben gesehen, daß zwar nicht das momentane Erscheinungsbild, wohl aber die Entwicklungstendenz dieser Elemente im Laufe der Erdgeschichte gleich blieb und daß diese Tendenz sogar in solchen jungen Einzelheiten, wie der Verteilung und dem Charakter der diluvialen Ablagerungen, zum Ausdruck kommt. Wenn daher KRAUS<sup>1</sup> neuerdings sagt, er könne dieser Teilung wenig abgewinnen, so muß ich das zwar bedauern, aber betonen, daß es sich hier nicht um eine Spekulation, sondern um eine historisch belegte *Tatsache* handelt, die, ob man will oder nicht, bei jeder geogenetischen Betrachtung in Rechnung gestellt werden muß. Gewiß gibt es, wie in jedem naturwissenschaftlichen System, so auch hier, Übergänge zwischen den einzelnen Elementen, aber gerade diese erweisen sich für das ursächliche Verständnis der vorgebrachten Gliederung als besonders wertvoll.

Dem stabilen russischen Schelf stehen in Westeuropa labilere Elemente gegenüber, wie zum Beispiel das von STILLE so vorzüglich analysierte mitteleuropäische Faltenfeld, das Pariser Becken, das in mancher Hinsicht ähnlich gebaute Prager Silurgebiet u. a. m. Einen ganz ähnlichen Charakter trägt die Kaspisenke südlich vom Ural. Versuchen wir, die Unterschiede gegenüber dem stabilen Schelf festzulegen, so erkennen wir drei wesentliche Punkte:

1. Den Untergrund bildet nicht ein homogen „vergneister“ Tiefbau, sondern ein paläozoisches, viel heterogeneres und schwächer metamorphes Faltengebiet (variszisches Gebirge Westeuropas, algonkische Faltung Mittelböhmens, jungpaläozoische Faltung des Urals).

Es ist das ein *Unterbau*, der von dem russischen Tiefbau in mancher Hinsicht abweicht. Wo dieser Unterbau aber wieder den Charakter eines homogen vergneisten Tiefbaues annimmt, da sind die Beziehungen zum stabilen Schelf wieder enger (Süddeutsches Tafelland mit der Gneisunterlage von Schwarzwald bzw. Südböhmen, alter roter Kontinent Schottlands, Tafelland Galiziens über den Podolischen Gneisen).

2. Die Sedimentation ist wesentlich intensiver, d. h. die epigenetische Entwicklung weist eine länger andauernde und stärkere Senkung auf. Wenn wir bedenken, daß die mesozoischen Sedimente (Trias-Kreide) in Norddeutschland die Mächtigkeit von einigen 1000 m erreichen, daß das Paläozoikum Böhmens (Kambrium-Devon) 3000 bis 4000 m mächtig ist, daß in der Kaspisenke

eine mesozoische Schichtenfolge von 2400 m Mächtigkeit liegt, so müssen wir daraus auf eine beträchtliche Senkung schließen; da diese Sedimente kaum je den Charakter von Absätzen eines tieferen Meeres tragen, müssen wir weiter annehmen, daß das stetige Sinken durch den Absatz der Gesteine wieder kompensiert wurde. Im Gegensatz dazu zeigt der stabile Schelf Sedimentmächtigkeiten, deren Größenordnung kaum 1000 m überschreitet.

3. Der dritte Punkt betrifft die Art der Gebirgsbildung. Diese äußert sich in einer Kombination schwacher Schichtfaltung mit einer Bildung von Brüchen, d. h. einer Verschiebung der Sedimente mit vorherrschender vertikaler Komponente (vgl. Fig. 1). Diese „germanotype“ Gebirgsbildung



Fig. 1. Schema einer Bruchfaltung; die Faltung wird durch vertikale Heraushebung bzw. Absenkung von Schollen unterstützt. Im Untergrunde ist der diskordante, gefaltete Unterbau angedeutet.

(STILLE) unterscheidet sich grundsätzlich von den einfachen, weitspannigen Verbiegungen der russischen Tafel, aber auch von den Faltenzügen und Deckenbildungen eines alpinen Gebirges. Neben der Tatsache, daß ein vertikales Zerbrechen der Schichtkomplexe oft über eine Faltung derselben überwiegt, ist eine gewisse Unregelmäßigkeit in der Anordnung und die Ausbildung kurzer, allseitig geschlossener Kuppeln und Kessel (Brachyantiklinalen und Brachysynklinalen) für diese Gebirgsbildung kennzeichnend (vgl. Fig. 2). An Stelle weithin verfolgbarer Sättel und Mulden, wie sie ein alpines Gebirge zeigt, treten hier geschlossene, nur durch Brüche komplizierte Aufwölbungen und Kessel, wie sie in klassischer Form in Hannover (Hilsmulde) auftreten, wie wir sie aber in ganz analoger Gestalt etwa aus den Sudeten (Bober-Katzbach-Gebirge), aus dem Prager Silur oder aus der Kaspisenke kennen<sup>1</sup>.

Es ist eines der größten Verdienste STILLES, den Mechanismus dieser „Bruchfaltung“ weitgehend geklärt zu haben; er hat auch schon darauf hingewiesen, daß diese Art der Gebirgsbildung eng mit den beiden anderen Punkten zusammenhängt: je mächtiger die Sedimentdecke, desto „vollkommener“ aber auch komplizierter die Faltung, je stärker die alte Faltung des Unterbaus, desto größer seine hemmende Wirkung auf die Bewegung

<sup>1</sup> Geol. Rundschau 1928, H. 5, Das Wachstum der Kontinente nach der Zyklostheorie.

<sup>1</sup> Ich empfehle, die nebenstehende Zeichnung nebst Erklärung genauer zu betrachten, da die dort erläuterten Bezeichnungen im folgenden mehrfach wiederkehren werden.

gen des Oberbaues. Ganz abgesehen davon, ob die neuen Bewegungsimpulse, unter deren Einfluß der Oberbau zerbricht oder in Falten gelegt wird, den alten entsprechen oder nicht, wird dieser Oberbau ihnen nur so weit und nur in der Richtung nachgeben, wie es der schon gefaltete Unterbau erlaubt. Daher die Tatsache, daß die Oberbau-faltung oft nur eine unvollkommene Nachbildung des Unterbaues ist, was man oft, etwas zu sehr verallgemeinernd, als Posthumität der Gebirgsbildung bezeichnet.

Da also der Gebirgsbau des Oberbaues von der Sedimentmächtigkeit (= Senkung) und von dem

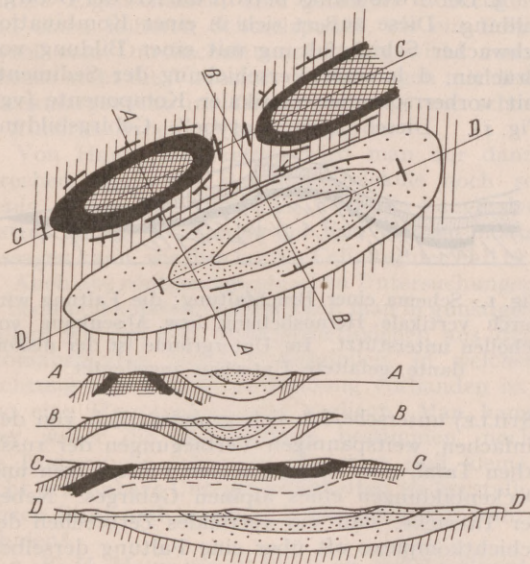


Fig. 2. Kartenskizze und 4 Profile durch ein kuppelförmig gefaltetes Gebiet. Im NW zwei Kuppeln mit Hervortreten älterer Schichten, im SO ein großer Kessel, von jüngeren Schichten erfüllt. Strich und Querstrich bezeichnen das Streichen (Schnitt mit der Horizontale) und Fallen (Richtung stärkster Neigung) der Schichten. Die Lagerungsform wird als umlaufend bezeichnet; das allseitig gegen ein Zentrum (Kessel) bzw. von ihm fort (Kuppel) gerichtete Fallen nennt man periklinal. Die Pfeile zeigen die Neigung der Faltenachsen; es ist klar, daß bei normalen Falten die Achsen horizontal liegen.

Grade der Versteifung (d. h. Faltung und Umkrystallisation) des Unter- oder Tiefbaues abhängt, so liegt es auf der Hand, daß zwischen stabilem und labilem Schelf Übergänge vorhanden sind und sein müssen. Solche erkennt man z. B. im tiefer gesunkenen und stärker gefalteten Uralvorland (ostrussische Senke), im relativ wenig bewegten und wenig gesunkenen Tafelland der schwäbischen Alb, in dem auf stark gefaltetem und recht widerstandsfähigem caledonischen (d. h. im Obersilur gefalteten) Unterbau aufruhenden Schelf-Mittelenglands. Diese Übergänge bergen keine Widersprüche, sondern erscheinen als konsequente Folgerungen aus dem gleichen *historischen* Prinzip, nach dem die Ge-

birgsbildung in strenger Abhängigkeit von der gesamten erdgeschichtlichen Entwicklung verlaufen muß.

#### Die Metamorphose in Faltengebirgen.

Die großen Faltengebirge von alpinem Typus stehen nun zu den geschilderten Elementen in einem Gegensatz. Abgesehen davon, daß die Faltung viel intensiver ist und sich zu horizontalen Verfrachtungen der Gesteinspakete über Dutzende von Kilometern steigern kann, erkennt man bald, daß die Umlagerung nicht nur einen relativ seichten Oberbau, sondern einen wesentlich mächtigeren Teil der gesamten Erdkrinde betrifft, da sich kristalline Gesteine verschiedenster Art an dem Bau beteiligen. Bezeichnend ist oft auch die große Beteiligung interkrustaler (s. Artikel I, 1928, H. 7) und vulkanischer Gesteine am Aufbau des Gebirges. Darauf muß nun eingegangen werden, damit wir auch in diesen Gebieten nicht nur ihre äußere Erscheinungsform, sondern auch deren Bedingtheit durch Geschichte und Untergrund erkennen.

Wir kommen damit zu einem der grundlegenden Probleme der alpinen Gebirge, welches aufs engste mit dem im zweiten Artikel (1928, H. 31) behandelten Problem der kristallinen Schiefer zusammenhängt. In ganz ähnlicher Formulierung kehrt dieses Problem in dem an der Silur-Devonwende gebildeten caledonischen Gebirge Norwegens und Schottlands, in dem carbonischen Gebirge Mitteleuropas und in den jungen, tertiären Alpen wieder. Es ist nun interessant, daß trotz ganz ähnlicher Problemstellung die Beantwortung heute in den drei Gebieten recht verschieden ausfällt.

Gehen wir von dem caledonischen Gebirge Norwegens aus, so kann man folgendes als Grundproblem formulieren: auf weiten Strecken liegen hier kristalline Gesteine von gneisartigem Charakter über unveränderten, fossilreichen silurischen Sedimenten. Im Sinne der früher erläuterten Gliederung der Gesteine in Tiefenstufen würde folgende Lösung naheliegen: Die kristallinen Gesteine sind Teile des skandinavischen Tiefbaues, d. h. uralte Gesteine einer großen Tiefenstufe, welche durch einen gewaltigen gebirgsbildenden Vorgang emporgehoben und über den Oberbau überschoben worden sind. Das war auch die ursprüngliche Deutung, aus der sich horizontale Verschiebungen von 50–60 km ergaben. Heute ist man indessen zu einer abweichenden Auffassung gelangt. Man hat erkannt, daß sich in dem kristallinen Gesteinen vielfach veränderte Äquivalente der unterlagernden nichtkristallinen Sedimente wiederfinden lassen, welche durch Einfügung von schmelzflüssigen Massen ein abweichendes Gepräge erhalten haben. Man hat aber ferner erkannt, daß diese Einfügung von schmelzflüssigen Massen unter weitgehender Durchbewegung (Faltung, Verschiebung) des Sedimentpaketes stattgefunden hat. Damit wurde aber auch der bedingte Wert der früher erörterten Stufengliederung erwiesen: die chemisch-physikalischen Bedingungen zur Ent-

stehung der krystallinen Schiefer sind nicht einfach eine Funktion der Tiefe, sondern sie hängen von dem *Bewegungszustande* des sich umwandelnden Komplexes ab. Durch Einfügung von Schmelzfluß und gebirgsbildende Vorgänge können Temperatur und Druck auch in der Nähe der Oberfläche genügend gesteigert werden, um krystalline Gesteine auch dort zu erzeugen, wo unter normalen und ruhigen Bedingungen nur Diagenese herrscht. Die Kombination von Wärme und Bewegung ist daher fast bedeutsamer, wie die von Wärme und statischem Druck, und gewisse Gneise sind nicht ohne weiteres als uraltes Gestein anzusprechen, sondern können sich in gebirgsbildenden Phasen und bei Anwesenheit von Schmelzfluß sogar in relativ hohem Niveau bilden.

Diese fundamentale Erkenntnis hat natürlich die Vorstellung von dem Aufbau des caledonischen Gebirges weitgehend verändert; vor allem sind die unwahrscheinlich großen Horizontalverschiebungen auf ein bescheidenes Maß zurückgeführt worden. Es scheint, als könnten auch viele Unklarheiten im Bau der schottischen Gebirge durch das gleiche Prinzip eliminiert werden.

Ich kann hier nur andeuten, daß die Verhältnisse im carbonischen Gebirge Mitteleuropas und in den Alpen vielfach zu genau der gleichen Frage drängen. Auch hier taucht vielfach die Frage auf, ob manche Gneise, welche unvermittelt neben oder auf wenig veränderten superkrustalen Gesteinen lagern, nicht leichter als Ergebnisse der Faltung unter Schmelzzufuhr, als „syntektonisch“ gedeutet werden könnten. Bei den eigentümlichen flachen Gneisungen des Simplongebietes, welche zwischen wenig veränderten mesozoischen Schiefen lagern, drängt sich diese Auffassung direkt auf, trotzdem sie dort zur Zeit im höchsten Grade „unmodern“ ist. Und ganz analog liegen die Verhältnisse am Ostrande der böhmischen Masse, in Mähren, wo in devonischen Gesteinen, die zu Beginn der Carbonzeit gefaltet wurden, Gneise secken, die von einigen als während der Faltung eingedrungener Schmelzfluß, von anderen als passiv überschobener krystalliner Untergrund gedeutet werden.

Wenn die Antwort vielfach noch grundverschieden ausfällt, so liegt das oft an einer unerlaubten Schematisierung. Nicht jeder Gneis ist alt, aber auch nicht jeder jung; in einem kompliziert gebauten Faltengebirge ist jedoch die Unterscheidung oft nur durch sehr mühselige Kleinarbeit möglich.

Die Besprechung dieses Problems an dieser Stelle war notwendig, um zu zeigen, daß die Metamorphose in einem alpinen Gebirge meist weiter fortgeschritten ist, als in den „germanotypen“ Schollen, daß die Beteiligung von Gesteinen der Tiefe hier eine überragende Rolle spielt, daß sie aber keine unbedingten Rückschlüsse auf die Gestalt des Untergrundes vor der Faltung gestattet, da diese Gesteine der Tiefe zum Teil sicher erst ein Produkt der Faltung sind.

### Die Geosynklinale.

Wenn wir demnach in den enorm kompliziert gestalteten alpinen Gebirgen über den primären Untergrund unmittelbar schwer etwas aussagen können, so empfiehlt es sich auch hier, von der historischen Entwicklung auszugehen. Mit Vorteil wählt man dabei wieder die einfacheren und tiefer enthüllten älteren Faltengebirge. Es ist meiner Ansicht nach ein Fehler, immer auf die Alpen zu exemplifizieren, in denen gerade manche entscheidenden Punkte der historischen Entwicklung noch weitgehend ungeklärt sind<sup>1</sup>.

Man ist sich heute darüber einig, daß Gebirge von alpinem Typus in besonderen Teilen der Kruste entstehen, welche als *Geosynklinale* bezeichnet werden. Eine allgemein gültige Definition der Geosynklinale ist aber bisher noch nicht gegeben. Die ursprüngliche Bezeichnung als stetig und intensiv sinkender Raum kann keineswegs befriedigen. Eine enorme Mächtigkeit der Sedimente ist in alpinen Gebirgen durchaus nicht immer vorhanden, und außerdem besteht sie ja, wie wir sahen, zuweilen auch in labilen Schelfen, aus denen doch kein alpines Gebirge entsteht. Die Stetigkeit der Senkung ist auch nicht unbedingt gültig, da wir gerade in den Alpen recht bedeutende Lücken in der Sedimentation, also auch relative Hebungen, kennen. Wichtiger ist schon der Hinweis darauf, daß in den Faltungsgebieten oft Gesteine auftreten, die auf Entstehung in größerer Tiefe hinweisen; diese Gesteine sind aber nie sehr mächtig und stehen zuweilen mit anderen Sedimenten in einem Verbandsverhältnis, welches dem früher erläuterten Gesetze von der Korrelation der Facies zu widersprechen scheint<sup>2</sup>. Solche Fälle kennen wir im Silur Norwegens, im Devon und Carbon Mitteleuropas, im Carbon und Perm des Ural, in dem Jura und der Kreide der Alpen. Daraus läßt sich der Schluß ziehen, daß hier die Senkung gelegentlich so rasch war, daß die Sedimentation sie nicht sofort wieder auffüllen konnte und daß ferner Ufer und Tiefsee fast in unmittelbare Berührung traten. Damit erkennt man aber eine besondere Eigenschaft der Geosynklinale — ihre Beweglichkeit oder Labilität. Diese Tatsache wird bedeutsam, wenn man erkennt, daß neben der eigentümlichen Sedimentation in den gleichen Zeiten die Geosynklinale durch submarine Ergüsse gekennzeichnet wird. Es ist ein auffallender Gesteinsstamm, der hier auftritt, durch Eisen- und Magnesiumsilicate und durch Armut an Kieselsäure ausgezeichnet — die basischen

<sup>1</sup> Ich brauche nur an die Stellung der sog. Glanzschiefer zu erinnern, wie sie weite Teile Graubündens, des Wallis, der französischen Alpen zusammensetzen. Einige sehen in ihnen Gesteine des unteren Jura, andere Äquivalente des ganzen Jura und vielleicht der Kreide; solange das nicht klargelegt ist, kann der alpine Faltungsraum vor der Faltung schwerlich rekonstruiert werden.

<sup>2</sup> So kommen gelegentlich in den Alpen wahrscheinliche Tiefseebildungen mit ufernahen Sedimenten in Berührung.

sog. grünen Gesteine. Man kennt sie als grüne Laven aus dem Silur Norwegens, als Kissenlaven im caledonisch gefalteten Silur Englands, als Diabaslager im Silur, dann im Devon Mitteleuropas, im Devon und Carbon des Urals, als Spilite im Algonkium Böhmens, als Ophiolite in dem Jura der Alpen. Sehr häufig sind sie mit kieseligen, radiolarienreichen Sedimenten verknüpft, die jedenfalls nicht in ganz flachem Wasser abgelagert wurden. Oft treten neben ihnen interkrustale Gesteine von gleichem Chemismus, d. h. von sehr geringem Kieselsäuregehalt auf. So sind die platin- und nickelhaltigen Serpentine, Pyroxenite und Olivin-gesteine des Urals unbedingt an diese Zone und an diese Zeitperiode vor der Faltung geknüpft. Wir können also sagen: große Beweglichkeit, d. h. relativ rasche Senkung, verbunden mit einem regen Vulkanismus und einer Förderung der spezifischen Sippe der basischen grünen Gesteine, ist ein unbedingtes Charakteristicum der Geschichte der Geosynklinale vor der Faltung. Das ist in der Tat ein grundlegender Unterschied gegenüber dem labilen Schelf.

Mit dieser Feststellung kommen wir zu der Deutung der Geosynklinale und ihrer Entstehung. Es müssen dazu einige allgemeine Begriffe besprochen werden. Erwägungen geophysikalischer Art, die hier zunächst nicht näher erläutert werden können, haben dazu geführt, die Erdkruste vertikal in zwei Schichten zu gliedern: in die äußere Schale der Sedimente und der krystallinen, an Kieselsäure und Aluminium reichen interkrustalen Gesteine (Sal oder Sial) und den inneren, spezifisch schwereren Steinmantel, der an Magnesium- und Eisenverbindungen reich ist (Sima). In den Kontinenten ist nur der Sal-Mantel sichtbar, zu dem also auch Unterbau und Tiefbau gehören. Die Erdbebenbeobachtungen haben aber gezeigt, daß in 50 bis 60 km Tiefe eine Unstetigkeitsfläche liegt, welche wohl der Grenze des Sal-Mantels entspricht; ferner wurde erwiesen, daß diese Fläche im Atlantik schon bei 30 km liegen muß, im Pazifik fast an die Oberfläche rückt<sup>1</sup>. Das bedeutet, daß der Sal-Mantel nicht kontinuierlich ist, sondern vorwiegend die Kontinentalschollen zusammensetzt, welche also auf dem Sima „schwimmen“. Da nun das Sima-Material dem der grünen Gesteine am Boden der Geosynklinale weitgehend gleicht, drängt sich der Schluß geradezu auf, daß auch hier der Salmantel stark reduziert ist, womöglich ganz fehlt.

Die Geosynklinale erscheinen dann als Furchen, die bis auf den Grund des äußeren Steinmantels heruntergehen. Ihre Labilität, ihre besonderen Sedimentationsverhältnisse, ihr Vulkanismus werden daraus erklärlich. Die nachfolgende Gebirgsbildung hat also dann den Sinn, eine derartige „Schwächestelle der Erdrinde“ durch Gegeneinanderpressen von zwei Kontinentalblöcken zu schließen. Doch davon soll erst später die Rede sein; hier interessiert uns vor allem die Frage:

<sup>1</sup> GUTENBERG hat sich durch die Klärung dieser Verhältnisse ein dauerndes Verdienst erworben.

kann eine Geosynklinale neu entstehen, oder ist sie wie der Pazifische Ozean von Urbeginn an vorgezeichnet?

Eine Antwort auf diese Frage trägt heute natürlich noch stark hypothetischen Charakter. Ich möchte indessen folgenden, von mir vor einiger Zeit entwickelten Gedanken andeuten<sup>1</sup>: die deutliche Vertiefung der caledonischen Geosynklinale, verbunden mit vulkanischen Ausbrüchen, begann im Silur, ihre Schließung durch Gebirgsbildung an der Wende von Silur und Devon. In dem senkrecht dazu verlaufenden Ural begann die Vertiefung im Devon, die Schließung an der Wende von Carbon und Perm. In ganz ähnlicher Weise läßt sich zeigen, daß auch die anderen Faltengebirge Mitteleuropas, die senkrecht auf den Ural streichen, ihre Hauptfaltung nicht mit dem Ural zugleich hatten, sondern vorher. Mechanisch wäre das durchaus verständlich: Faltung und Zusammenschub bedingt Kontraktion in der Bewegungsrichtung, Distraktion senkrecht dazu. Das Aufreißen von tiefen Spalten wird verständlich, wenn man eine Bewegung der Kontinentalschollen annimmt: in der Richtung dieser Bewegung herrscht Stauung, senkrecht dazu Zerrung. Wenn man also, wie das zuerst WEGENER in einem vielleicht etwas zu weit gehendem Maße getan hat, eine Drift der Kontinentalschollen in gewissen Grenzen zugibt, so erscheint das Aufreißen und Schließen der Geosynklinale nur als Folge der kontraktiven und distraktiven Tendenzen, die bei dieser Drift entstehen müssen.

Diesem Gedankengang hat neuerdings KRAUS (a. a. O.) widersprochen, ohne allerdings irgendeinen Grund anzuführen als den, daß der Fall des Urals noch nichts bewiese. Ich will gern zugeben, daß der relativ am wenigsten erforschte Ural vielleicht noch neues Material zutage fördern muß; es scheint mir aber, daß die wesentlich genauer bekannten Caledoniden genau das gleiche zeigen. Zu beiden Seiten liegt der präcambrische Tiefbau, der innerhalb des heutigen Gebirges in unbekannte Tiefen versinkt<sup>2</sup>. Nichts deutet darauf hin, daß vor dem Cambrium oder sogar vor dem Silur diese Senke bestand, ja die alte Kontinuität scheint zu beiden Seiten erweisbar. Dann beginnt der Einbruch mit der enormen Förderung von Schmelzen der Tiefe. Wir wäre denn der Aufstieg, die Unterbringung dieser Schmelzen ohne Lockerung, ohne Distraktionen möglich? KRAUS begeht den Fehler, vorwiegend von den Alpen auszugehen, und zwar vor allem von der ihm näher bekannten Außenzone, die schon außerhalb der eigentlichen Geosynklinale liegt. Was aber in den eigentlichen alpinen Geosynklinale als Widerspruch empfunden werden

<sup>1</sup> Scientia, Mailand 1927, H. 3.

<sup>2</sup> Die norwegischen Geologen sprechen von einem „Faltengraben“, also von einer Einsenkung, aus und in der die Falten entstehen, welche sich beiderseits auf den Tiefbau aufschieben; was hier schon herausgepreßt wird, ist nicht der Tiefbau, sondern jüngere Sedimente und vulkanische Schmelzen!



kann, ist noch durchaus vieldeutig, eben weil die historische Rekonstruktion zum Teil noch hapert.

Dieser theoretische Exkurs, dessen hypothetische Natur ich selbst noch durchaus zugebe, führt uns immerhin zu einem Verständnis der Geosynklinale: sie ist im Gegensatz zu den Schelfen durch große Beweglichkeit, durch schnelle Senkung und durch vulkanische Förderung ausgezeichnet. Den Grund kann man darin sehen, daß ihr ein nennenswerter, alt gefalteter oder alt metamorpher Tief- und Unterbau fehlt, daß sie — vielleicht — fast bis auf den Grund des Kontinentalsockels hinunterreicht (vgl. Fig. 3).

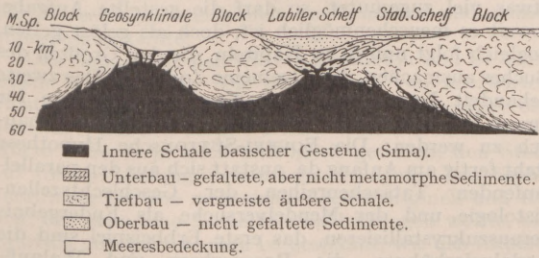


Fig. 3. Schema der Kontinentalgliederung. Unter dem stabilen Schelf folgt sofort der starre, vergneiste Tiefbau (äußerer Steinmantel, Sal). Unter dem labilen Schelf liegt der früher gefaltete, zum Teil abgetragene Unterbau, der einer alten, durch Faltung ausgepreßten Geosynklinale entspricht. Unter der Geosynklinale ist der Tiefbau noch mehr reduziert, die Sedimente treten dort zum Teil direkt mit dem Schmelzfluß aus dem tieferen Steinmantel (Sima) in Kontakt.

Der Gegensatz zum Schelf dokumentiert sich also nicht nur darin, daß aus der Geosynklinale ein stark gefaltetes Gebirge von alpinem Typus entsteht, sondern vor allem auch darin, daß Untergrund und vorbereitende Entwicklung ganz verschieden sind. Natürlich sind auch hier vermittelnde Elemente möglich und wahrscheinlich. So treten zum Beispiel im böhmischen Silur zahlreiche vulkanische Gesteine auf (Diabas), als Zeichen dafür, daß hier gelegentlich ein fast geosynkлинаles Regime geherrscht hat. So beginnt im Donezbecken die Trogbildung schnell und unvermittelt im obersten Devon und führt zu einer riesenhaften Einsenkung, die durch bis zu 10 km Sediment (Carbon und Perm) kompensiert werden muß.

## Besprechungen.

v. BUDDENBROCK, W., **Grundriß der vergleichenden Physiologie.** Dritte Lieferung: Ernährung, innere Sekretion, Exkretion, Blutkreislauf. Berlin: Gebr. Borntraeger 1928. 308 S. und 115 Abb. 18×26 cm. Preis RM 22.50.

Mit der vorliegenden Lieferung schließt Verf. den vor 4 Jahren begonnenen Grundriß der vergleichenden Physiologie ab, und jeder Leser des Ganzen und seiner Teile wird dem Autor Dank wissen und ihn beglückwünschen, daß er als erster den Mut fand, den ungeheuren, täglich mehr in die Breite gehenden und in Einzeldisziplinen sich zersplitternden Stoff zum ganzen zusammenzufassen, kurz uns statt eines Konvoluts

Vulkanische Gesteine sind dagegen spärlich, Sedimente und Faltung erinnern mehr an labile Schelfe. Das sind Grenzfälle, die innerhalb der vorgebrachten Deutung auch durchaus verständlich sind.

Entwicklungsgeschichtlich kann man also folgende Elemente unterscheiden:

**Block.** Stetige, uralte Hebungstendenz. Ein mächtiger, hochkrystalliner Tiefbau, d. h. dicker äußerer Steinmantel (Sal). Der Oberbau äußerst dünn und lückenhaft, nicht metamorph, kaum diagenetisch verändert. Die junge Tektonik nur durch schwache Brüche angedeutet.

**Stabiler Schelf.** Pendeln zwischen Flachland und Flachmeer; hochkrystalliner Tiefbau, aber bis zu 1000 m mächtiger Oberbau; in diesem schwache Diagenese. Tektonik gering — durch weitspannige Wellen gekennzeichnet.

**Labiler Schelf.** Vorwiegende Senkungstendenz; metamorpher, aber nicht durchweg vergneister, gefalteter Unterbau; Oberbau einige 1000 m mächtig, aber durch Flachmeersedimente ausgezeichnet; die Sedimentation kompensiert die Senkung. Diagenese stark, aber nicht bis zur Metamorphose gesteigert. Tektonik: Bruchfaltung, „germanotyp“ (STILLE).

**Geosynklinale.** Starke Beweglichkeit — Pendeln zwischen Tiefsee und Gebirge. Salischer Unter- oder Tiefbau zum mindesten kaum nachweisbar; an seine Stelle treten gewaltige Intrusionen und Ergüsse von Simamaterial. Oberbau gelegentlich mächtig, aber in Charakter und Facies sehr schwankend; Senkung oft schneller als Sedimentation. Diagenese oft bis zur Metamorphose und Umkristallisation gesteigert. Tektonik sehr intensiv — „alpinotyp“ Faltung.

Aus dieser Gliederung ergibt sich, daß der Werdegang und die Gebirgsbildung im wesentlichen Funktionen der Dicke des äußeren Steinmantels (Sal-Schicht) sind. Damit wäre die stoffliche Gliederung des Kontinents analysiert. Es wird weiterhin zu untersuchen sein, was wir aus dem Bewegungsbild der alpinotypen Gebirge über die dynamische Gliederung aussagen können. Aus dem Gesagten ist schon zu entnehmen, daß viele, unabhängige Tatsachen zu der Annahme einer horizontalen Bewegungsfähigkeit, eines Schwimmens der Kontinentalschollen drängen.

von Handbuchartikeln aus 100 Federn, deren jeder zwar genauer und eingehender sein mag als das entsprechende Kapitel des Grundrisses, eine einheitliche Darstellung zu geben. Das Wagnis ist geglückt; ein lesbares Buch ist da, das die Querverbindungen schlägt, Beziehungen zwischen scheinbar weit getrennten Arbeitsgebieten aufdeckt, dem Anfänger in meist wohlverständlicher Form die erwartete Einführung gibt, dem fortgeschrittenen Kenner eines Sonderzweiges rasche Übersicht darüber gewährt, was auf einem anderen Gebiete bis heute geleistet wurde und vor allem, was noch zu leisten ist.

Gut die Hälfte der Lieferung ist der Physiologie der

Ernährung gewidmet. Einzelabschnitte besprechen den Wasserhaushalt, die organischen Nährstoffe, die Nahrungsaufnahme, die Fermente, die Phagocytose und Resorption, die Bedeutung der einzelnen Darmteile aller Tiergruppen, endlich die Vitamine und den Mineralstoffwechsel. Besonders hingewiesen sei auf die hier erstmals mitgeteilten Versuche KOLLERS zur Frage der parenteralen Ernährung. Muscheln verbrauchten in einer Nährlösung mehr Sauerstoff als in reinem Wasser; nach Verschluss ihrer Mundöffnung durch einen eingeführten Glasstab aber war der Sauerstoffverbrauch in beiden Fällen gleich. Hier spricht also nichts für parenterale Ernährung; die Bedeutung des Versuches liegt in der hier erstmals vorgenommenen Ausschaltung der Ernährung per os. Verf. lehnt übrigens PÜTTERS Theorie keineswegs ab, hält vielmehr die Aufnahme gelöster Nahrung durch die Haut bei Fröschen, Fischen und Blutegeln für erwiesen; freilich dürfte ihr neben der enteralen Ernährung wirkliche praktische Bedeutung kaum zukommen. — Im zweiten, 30 Seiten umfassenden Kapitel werden die Inkretionsleistungen der Keimdrüsen, Nebennieren, der Schilddrüse, Thymus, Hypophyse und des Pankreas einzeln und in ihren Beziehungen zueinander dargestellt. Und auch bei den Wirbellosen, wo HARMS mit seinen Versuchen an *Physcosoma* die Bresche schlug, mehrten sich die Daten: KOLLERS Beeinflussung des Crangon-Farbwechsels durch Injektion von Blut anders gefärbter Artgenossen, mancherlei Beobachtungen über die Abhängigkeit der Ausbildung sekundärer Geschlechtsmerkmale bei Krebsen unter dem Einfluß der Keimdrüse, endlich noch unveröffentlichte Versuche abermals von KOLLER, der noch nicht häutungs- bzw. verpuppungsreife Schmetterlingsraupen durch Blutinjektion aus sich häutenden oder zur Verpuppung schreitenden Artgenossen zu verfrühter Häutung bzw. Verpuppung veranlaßte. Auch für den Winterschlaf der Schnecken und vieler Insektenlarven ist Verf. geneigt, hormonale Veranlassung anzunehmen; endlich kündigt er Versuche an, die für eine Mitbeteiligung von Hormonen bei der Stoffwechselregulierung in den Mitteldarmdrüsen von Schnecken und Flußkrebsen sprechen sollen. — Die folgenden 60 Seiten behandeln die *Exkretion*. Die Exkretstoffe und ihr Vorkommen bei den verschiedenen Tierstämmen, die typischen und atypischen Emunktorien und ihre Funktion, die Exkretion ohne Emunktorien, die Speichern und die biologische Verwertung von Exkreten werden ausführlich besprochen. Eine Entscheidung in der Frage, ob die Theorie der Sekretion oder die von der Rückresorption die rechte sei oder vielleicht beide nebeneinander bestehen mögen, m. a. W., ob die „Vehikelflüssigkeit“, die der Anfangsteil des Emunktoriums produziert, nur Wasser sei, in das tiefer liegende Kanäle das Exkret sezernieren, oder ob sie bereits selbst die Exkrete enthalte, die durch Rückresorption in den Kanälen eingedickt und von noch Verwertbarem befreit werden, ist heute trotz manches schönen Experimentalergebnisses auch für die Wirbeltiere noch nicht möglich, geschweige denn für die Wirbellosen. Endlich wird auf 30 Seiten der Blutkreislauf abgehandelt. Das Literaturverzeichnis der Lieferung und ein Schlagwort- und Autorenregister für den ganzen Band machen den Beschluß.

O. KOEHLER, Königsberg i. Pr.  
 HALDANE, J. B. S., and J. HUXLEY, *Animal biology*.  
 Oxford: Clarendon Press 1927. XVI, 344 S. und  
 122 Abb. 13×21 cm. Preis 10 sh.

Die Verf. wollen zuliebe dem Aufschwung des Interesses an der tierischen Biologie, den sie in breiten Kreisen ihres Landes zu beobachten Gelegenheit hatten, eine allgemeinverständliche Darstellung der Biologie

als moderner Problemwissenschaft geben, in der im Gegensatz zu bereits vorhandenen Schriften insbesondere auch die heute vorzugsweise gepflegten Disziplinen der vergleichenden Physiologie, der Entwicklungsmechanik und Vererbungslehre ausgiebig zu Worte kommen, und zusammen mit dem sich täglich mehrenden Material an paläontologischen Befunden es heute gestatten, die evolutionistische Biologie im Zusammenhang älterer und neuzeitlicher Forschungsmethoden als Einheit zu behandeln.

Nach kurzer Einleitung, die den Stoff umgrenzt und einteilt, wird der Frosch anatomisch, histologisch und zugleich physiologisch abgehandelt, um an einem Typus die erforderlichen Grundbegriffe zu erarbeiten. Wird dabei dem kenntnislosen Lesern auf 35 Seiten auch etwas viel zugemutet, so darf die gestellte Aufgabe, soweit es menschenmöglich ist, doch als gelöst gelten. Sogleich folgt nun in 10 Kapiteln, die den Großteil des Buches ausmachen, die allgemeine Zoologie. Das zweite behandelt Entwicklung und Vererbung, letztere für unsere Begriffe fast zu kompakt, um sogleich anschaulich zu werden: Die BOVERI-SUTTONSche Hypothese steht fertig am Anfang da, anstatt sich aus den parallellaufenden Tatsachenreihen der Geschlechtszellenhistologie und der Mendelversuche als Endergebnis herauszukristallisieren, das erste Erbbeispiel sind die Andalusierhühner, die Rosenerbsen und Walnußkämme folgen sogleich. Didaktisch meisterhaft ist der Vergleich der beiden Genome mit zwei Kartenspielen, die man mischt (S. 64). Die glänzend popularisierte Abstammungslehre schließt sich hier ungezwungen an. Kapitel 3 bespricht den Gesamtstoffwechsel (Massen- und Energiekonstanz des täglichen Umsatzes), 4 den Stofftransport im Körper (Atmung und Kreislauf, Verdauung, Exkretion), 5 und 6 das Nervensystem und die Sinnesorgane. Das 7. Kapitel stellt in Beispielen die organischen Regulationen dar, so beim Herzschlag, der Produktion und Abgabe von Wärme, bei Atmung, Verdauung und Exkretion. Das 8. Kapitel („das innere Milieu“) behandelt den Mineralstoffwechsel, die innere Sekretion, Gewebszüchtung, Blutgerinnung, Immunität, Pharmakologie und anderes. Im 9. Abschnitt (Entwicklungsphysiologie) geht der Gedankengang von der Regeneration aus, kommt auf die individuelle Unsterblichkeit der tierischen offenen Systeme zu sprechen, ferner auf die Dedifferenzierungen, funktionelles Wachstum, inkretorische Wachstumsreize und SPERMANN'S Lehre vom Organisationszentrum; er endet mit der Gewebsdifferenzierung. Das 10. Kapitel beantwortet nach heutigem Wissensstande die Frage, wie Evolution stattgefunden haben könne. LAMARCK'S Vererbung erworbener Eigenschaften kann bestenfalls eine untergeordnete Rolle gespielt haben. Dagegen entspricht DARWIN'S Theorie, auf die Mutationen als Auslesematerial beschränkt, allen Anforderungen aufs beste, einschließlich der geschlechtlichen Zuchtwahl, wobei Verf. die Geschmacksübereinstimmung zwischen Tier und Mensch besonders betont, wie sie überhaupt der Annahme der Tierseele in liberalen Grenzen freundlich gegenüberstehen. Es folgt ein allgemeines rein stammesgeschichtliches Kapitel, beginnend mit der ebenfalls im vollen Umfange beibehaltenen Mimikry. Das Problem, warum sich niedere Tiere bis heute erhielten, während ihre nächsten Verwandten sich empordifferenzierten, wird durch den Vergleich mit der Stammesgeschichte unserer Beförderungsmittel gelöst. Trägerkarawanen und Packesel erhalten sich im afrikanischen Busch und im Gebirge, in der Großstadt sind sie fast verschwunden. Die letzten beiden Kapitel geben endlich, als Ergebnis der Stammesgeschichte, den Über-

blick über das rezente Tierreich, wobei 47 Seiten für die Wirbellosen, 33 für die Wirbeltiere übrigbleiben, jedoch keineswegs nur etwa der Bau und das System, sondern auch Fortpflanzung, Lebensweise, abermals Stammesgeschichte unter starker Heranziehung der Fossilien besprochen werden und mancher Rückfall in die Sphären des allgemeinen Teiles mit unterläuft. Auch eine sehr instruktive Gewichtstabelle in Gramm, nach Zehnerpotenzen geordnet, findet hier ihren Platz:  $10^{57}$  ist das minimale Gewicht des Universums,  $10^{33}$  das der Sonne; für die größte Pflanze beträgt der Exponent  $+10$ , für das größte Tier  $+9$ , für die kleinste Protozoenzelle  $-12$ , für filtrierbare Vira  $-15$ , für einen Erbfaktor vermutlich etwa  $-17$ , für die Hb-Molekel  $-18$ , für das H-Atom  $-23$ , für ein Elektron  $-27$ . Das Wirbeltierkapitel gipfelt im Menschen und seiner Stammesgeschichte.

Das Ganze liest sich wie ein Feuilleton und ist doch ernste Wissenschaft. Die Sprache ist von unerhörter Plastik, immer wieder verblühen neue Beispiele, die den Nagel auf den Kopf treffen. Ohne diese drastische Kürze wäre es ja auch unmöglich gewesen, den Stoff auf diesen Umfang zusammenzudrängen. Die Stoffanordnung ist, wie man sieht, höchst originell und für den, der etwa eine Einzelheit nachschlagen wollte, oft gänzlich unerwartet; man ist gespannt, wie das Experiment ausfallen wird, diese Darstellung in die Hand des gebildeten Laien zu geben, der wie üblich von Biologie nichts weiß. Wir, die wir unser Lernen bei der Morphologie und Systematik begannen, sind hier voreingenommene Beurteiler. Wird der Leser, der außer dem Frosch und seinem Laienwissen über den eigenen Körper nichts mitbringt als den gesunden Menschenverstand und die physikalisch-chemischen Kenntnisse der Reifeprüfung, Geduld und Interesse aufbringen, sich vorerst in die intimsten Einzelheiten etwa des Mineralstoffwechsels nach heutigem Forschungsstande zu vertiefen, sich in dem verwickelten Räderwerk der chemischen Korrelationen der Organfunktionen zurechtzufinden, noch bevor er die Besitzer dieser Organe näher kennenlernte? Wenn einer es fertig bringt, solches zu erzwingen, so sind es die Verf. mit ihrer erstaunlichen Darstellungskraft. Man wünscht dem Buche möglichst viele Leser, die sich dem vorgeschlagenen Experimente unterziehen. Langweilen werden sie sich gewiß nicht, und lernen werden sie genug. Für den Kenner vollends, der sein fertiges Wissen mitbringt, ist die Lektüre ein uneingeschränkter Genuß. Bei einer Neuauflage würde ich ein etwas genaueres Eingehen auf die Geschlechtsbestimmung, die vergleichende Sinnesphysiologie der Wirbellosen und die höheren psychischen Leistungen der Tiere empfehlen. Diese Dinge gehören in die Darstellung hinein und sind gewiß besonders geeignet, in breiteren Schichten der Biologie Freunde zu werben.

O. KOEHLER, Königsberg i. Pr.

HÖBER, RUDOLF, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*. 4. Auflage. Berlin: Julius Springer 1928. VIII, 580 S. und 285 Abbild.  $17 \times 25$  cm. Preis geb. RM 24.—.

Die Kunst des Zeichnens liegt nach einem Wort MAX KLINGERS im Weglassen. Dies gilt auch für die Kunst des Lehrbuchschreibens. Aus der erdrückenden Fülle von Details jene auszuwählen, die zum Verständnis und zur Verstärkung der zu entwerfenden Grundlinien der Physiologie geeignet sind, solche zu wählen, die für den werdenden Arzt besonders wichtig erscheinen, und solche, von denen sich der Lehrer einen kräftigen Anreiz für die Weckung des Interesses der Studierenden erwartet, das sind die wesentlichen Aufgaben des akademischen Lehrers und damit zugleich die des

Verfassers eines Lehrbuches. Wie ausgezeichnet HÖBER sie erfüllt hat, wissen wir aus den früheren Auflagen seines Lehrbuches, denen jetzt die vierte gefolgt ist. Das Buch hat nur wenig an Umfang zugenommen, obwohl überall neue Methoden, Erkenntnisse und Ideen in den Text aufgenommen wurden, zum Teil unter Streichung von Veraltetem. Wo immer man dieses Buch aufschlägt, findet man die Auswahl des Gebotenen ebenso vorzüglich wie die Darstellung. Diese ist knapp, es fehlen Wiederholungen und überflüssige Breiten, und trotzdem wird das Buch durch die an Vorlesungen erinnernde Diction zu einer so angenehmen, persönlich wirkenden Lektüre, daß man seine Verbreitung unter den Studenten und seine Beliebtheit wohl versteht. Ich gestehe, daß ich selbst in diesen Tagen, in denen ich einzelne Kapitel gelesen, andere durchgeblättert habe, eine Fülle von Anregungen gewonnen habe. Wie schon sein Titel sagt, beschränkt sich HÖBER'S Lehrbuch auf die Physiologie des Menschen, es ist also für den Mediziner geschrieben, nicht für allgemein biologisch interessierte Studenten. Dem entsprechen auch die zahlreichen Hinweise auf die menschliche Pathologie. Dieses Festhalten am Kontakt mit den Bedürfnissen des Arztes ist sehr zu begrüßen; jeder Lehrer der Physiologie weiß, wie sehr gerade in unserer Zeit das Interesse der Studenten auf praktische Fragen gerichtet ist, und daß ihr Bedürfnis nach rein theoretischer Erkenntnis nicht allzu intensiv zu sein pflegt. Es ist deshalb heute besonders wichtig, die Hörer auch auf die Bedeutung unseres Faches für die ihrer harrende Lebensaufgabe hinzuweisen.

Es ist nicht nötig, diesem Werke eine immer weiter zunehmende Verbreitung zu wünschen, denn es trägt alle Prämissen für die Erfüllung dieses Wunsches ohne weiteres in sich. E. TH. BRÜCKE, Innsbruck.

WETTSTEIN, F. VON, *Morphologie und Physiologie des Formwechsels der Moose auf genetischer Grundlage II* (Untersuchungen, ausgeführt mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft zu Berlin und der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen). Bibliotheca Genetica, Bd. X. Berlin: Gebr. Borntraeger 1928. 216 S., 60 Abbild. und 10 Taf.  $18 \times 26$  cm. Preis RM 48.—.

Dieser Band enthält die ausführliche Veröffentlichung von Untersuchungen, über die der Verf. vor vier Jahren vorläufig berichtet hat; eine Veröffentlichung, welche die Bezeichnung „mit Spannung erwartet“ wohl verdient. Die Spannung gilt vor allem der „plasmatischen Vererbung“. W. hat die Wesensart der systematischen Unterschiede, die genetische Bedingtheit der abgestuften Mannigfaltigkeit in der Weise zu analysieren versucht, daß er verschieden nah resp. weit verwandte Moose miteinander gekreuzt hat und dabei vor allem mit Erfolg bemüht war, ein und dieselbe Form (*Funaria hygrometrica*) mit jeder der anderen Formen zu kombinieren. Die genetische Analyse der so erzielten Serie von Art-, Gattungs- und Subfamilienbastarden ergab nun zunächst das wichtige Resultat, daß das Cytoplasma ein „genetisches Konstitutions-element“ ist oder enthält. W. nennt diesen im Cytoplasma lokalisierten und vorerst nicht weiter teilbaren genetischen Faktor das *Plasmon*. Genetisch verschiedene Sippen einer Art haben gleichartiges oder vorläufig nicht unterscheidbares *Plasmon*: reziproke Kreuzungen geben gleiche Resultate. Verschiedene Arten eines Genus können sich jedoch in ihrem *Plasmon* unterscheiden; bei den untersuchten Moosen ist dies stets der Fall. Wird *Funaria mediterranea* ♀ mit *Funaria hygrometrica* ♂ gekreuzt, so spalten die  $F_1$ -Gonen nicht (wie bei einer Sippenkreuzung) in rein

mütterliche, rein väterliche und verschiedene Neukombinationstypen auf, sondern es entstehen neben verschiedenen Übergangs(Neukombinations-)typen, die sich zu einer Reihe anordnen lassen, nur rein mütterliche Pflanzen; die von dem rein mütterlichen Typ entfernteste Pflanze der Übergangstypenreihe ist zwar recht patroklin, aber von *Funaria hygrometrica* doch ziemlich verschieden. W. konnte nun nachweisen, daß eines dieser Endglieder der Reihe ein reines *hygrometrica*-Genom enthält, welches nur durch das artfremde Plasmon, dem es eingelagert ist, an der Ausprägung des *hygrometrica*-Phänotypus gehindert wird. Bewiesen wird diese Annahme durch die Kreuzung dieser Pflanze (als ♂), mit *Funaria hygrometrica* (♀); alle  $F_1$ -Gonen liefern nur *hygrometrica*-Pflanzen. Wäre der *mediterranea*-Einschlag der als ♂ verwendeten Pflanze durch „me.“-Gene bedingt gewesen, so hätte Spaltung eintreten müssen.

Das Plasmon ist also imstande, die phänotypische Auswirkung eines Gens in andere Richtung zu lenken. Es ist unter Umständen auch imstande, die Genwirkung völlig zu unterdrücken, was nichts anderes bedeutet, als daß das Plasmon in diesem Falle ebenso „souverän“ die Genwirkung ausschaltet und die Merkmalsausbildung bewirkt, wie ein dominantes Gen bei Kombination mit seinem rezessiven Allelomorph. Die „Dominanz“ des Plasmons über das Gen nennt W. *Antezedenz*, ihr Gegenteil *Rezedenz*.

All das berechtigt jedoch noch nicht, dem Plasmon das Prädikat „genetisches Konstitutionselement“ beizulegen. Es wäre ja denkbar, daß zwar das Cytoplasma die Genwirkung modifiziert, daß aber die Fähigkeit dazu dem Cytoplasma von den arteigenen Genen aufgeprägt wurde, solange es unter deren Einfluß stand und dem Plasma der  $F_1$ -Gonen (die keine arteigenen Gene mehr führen) nur infolge einer Nachwirkung zukommt. Es zeigt sich jedoch, daß das Plasmon seine modifizierende Fähigkeit unvermindert beibehält, auch wenn es durch zwei Generationen dem Einfluß der arteigenen Gene entzogen bleibt und nur mit artfremden Genen kombiniert ist. Entsprechendes ergaben Versuche, bei denen das Plasmon einer Art mit einem arteigenen Genom und 1–3 artfremden Genomen kombiniert wurde; auch hier hatte eine mehrjährige Einlagerung der artfremden Gene keine Abschwächung des modifizierenden Einflusses des Plasmons zur Folge.

Die Gattungs- und Subfamilienkreuzungen erweitern das Bild, welches wir uns von der Rolle des Plasmons und seiner Interaktion mit den Genen machen können. Die Plasmonen der Vertreter der untersuchten Gattungen und Subfamilien unterscheiden sich voneinander noch wesentlich mehr, als die Plasmonen zweier Arten einer Gattung. Dies kommt nicht nur in der ausgesprochenen Metroklinie der meisten  $F_1$ -Gonen zum Ausdruck, sondern vor allem darin, daß nur solche  $F_1$ -Gonen lebensfähig sind, die ein beträchtliches Quantum mütterlicher Chromosomen enthalten; das reine väterliche Genom ist im artfremden Plasma nicht lebensfähig. Sowie es jedoch mit einem Genom mütterlicher Provenienz kombiniert wird (in einer polyploiden Pflanze), kann es nicht nur existieren, sondern sich unter Umständen sogar dominant auswirken.

Das allgemeine Ergebnis dieser Kreuzungsversuche sei mit den Worten des Verf. wiedergegeben: „Der steigende Unterschied von Sippen, Arten, Gattungen und Familien wird genetisch charakterisiert durch immer zahlreichere Allelomorphenpaare<sup>1</sup> und immer größere Verschiedenheit des Plasmas.“

<sup>1</sup> Denn: Die Aufspaltungsverhältnisse der  $F_1$ -Gonen einer Gattungskreuzung sind viel komplizierter als die

Im zweiten Abschnitt „*Heteroploidie*“ wird über den Einfluß der Vervielfachung des Genoms (mittels der MARCHALSCHEN Methode der Sporogonregeneration) berichtet. Als erstes Hauptergebnis dieser Versuche ist zu erwähnen: Bei Sippenbastarden (wie auch innerhalb reiner Linien) kann im Gefolge dieses Eingriffes eine Herabregulierung auf die normale Chromosomenzahl auftreten, und zwar sowohl auf vegetativem Wege (also durch abnorme somatische Kernteilungen) wie auch durch die Reduktionsteilung. Bei Sippenbastarden kann durch diese Regulation sowohl der reine väterliche Typ, wie auch der reine mütterliche vegetativ herauspalten. Die Tendenz zu dieser Regulierung ist bei manchen der untersuchten Arten sehr groß, bei anderen wieder recht gering. Nicht immer ist die Regulierung vollständig, sie erzeugt nicht nur Pflanzen mit  $n$  Chromosomen,

sondern auch solche mit  $n + \frac{n}{x}$  Chromosomen. Als

zweites Hauptergebnis ist die methodisch wichtige Tatsache zu buchen, daß auch innerhalb einer reinen Linie die Kombination eines vollständigen Genoms mit einem Bruchteil einer solchen sich phänotypisch ausprägt. Daraus ist zu schließen, daß die abgeänderten Merkmale unter dem Einfluß von Genen stehen, und damit wird die Erzeugung von Heteroploidie zu einer neuen von dem Kreuzungsexperiment prinzipiell verschiedenen Methode zur Analyse des Genbestandes einer Form, bei der keine Genmutationen zur Verfügung stehen.

Bei heteroploiden Art- und Gattungsbastarden macht sich wieder der Einfluß des Plasmons geltend. Er kann, wie schon oben erwähnt, hier noch weiter analysiert werden, da die Sporogonregeneration im Verein mit geeigneter Kreuzung es ermöglicht, Genome zweier Arten resp. Gattungen in einem Plasmon zu vereinigen. Bei den heteroploiden Artbastarden *Funaria hygrometrica* × *Funaria mediterranea* wirkt das Plasmon in derselben Weise wie bei den orthoploiden univalenten Pflanzen. Sehr eigenartig sind die Ergebnisse der Kreuzung *Physcomitrium piriforme* ♀ × *Funaria hygrometrica* ♂. Hier ist, wie oben erwähnt, das vollständige Genom der einen Art im Plasmon der anderen nur dann lebensfähig, wenn daneben auch das Genom der anderen Art vorhanden ist. Das art(plasma)fremde Genom kann sich dann auch durchsetzen, besonders wenn es in doppelter Auflage einem einfachen arteigenen Genom gegenübersteht: Eine Pflanze mit 2 „Hy“-Genomen und einem „Pi“-Genom (im „Pi“-Plasmon) ist *hygrometrica*-ähnlicher als eine diploide Pflanze mit 1 Hy- und 1 Pi-Genom. Werden jedoch 3 Hy-Genome mit einem Pi-Genom im Pi-Plasmon kombiniert, so wird dadurch keine weitere Annäherung an den *hygrometrica*-Phänotypus erzielt, sondern es treten verschiedenartige Entwicklungshemmungen auf. Es ist, als ob die hohe „Konzentration“ der artfremden Gene die Pflanze vergiftete. Entsprechendes zeigen die heteroploiden Subfamilienbastarde *Physcomitrella patens* × *Funaria hygrometrica*. Die „Vergiftung“ durch allzu hohe Dosen artfremder Genome wird hier besonders schön demonstriert: die Kombination 4 Ph-Genome + 4 Hy-Genome (im Ph-Plasmon) liefert normale Ausbildung, die Kombination: 1 Ph-Genom + 4 Hy-Genome (im Ph-Plasmon) führt zu Mißbildungen. Endlich wäre als genetisches Unikum noch die *trigenomatische Kreuzung* (Beispiel: 1 Ph-, 1 Hy-, 1 Pi-Genom + Ph-Plasmon), deren Herstellung nur durch die außerordentliche Plastizität des Materials möglich ist,

der  $F_1$ -Gonen eines Artbastards und letztere sind wieder komplizierter als bei Sippenkreuzung.

zu erwähnen. Ihr erstes Ergebnis ist, daß manche Merkmale des Sporophyten von dem Gametophyten, an dem er heranwächst, beeinflusst werden können, und zwar in verschiedener Weise, je nach der genetischen Konstitution des Gametophyten. Nichts desto trotz gleichen aber Gametophyten, die zwar in ihrem Genotypus (Genom + Plasmon) gleichartig, aber in ihrer Entstehungsweise verschieden sind (Beispiel: Ph-, Hy-, Pi-Gametophyt entstanden aus Ph-, Hy♀ × Pi♂ oder aus: Ph, Pi♀ × Hy♂) einander vollständig. Als zweites Ergebnis dieser Versuche sei erwähnt: zwei (+ allelomorphe) Anlagen verschiedener Genome (z. B. Pi, Hy) können sich in ihrer Wirkung summieren und gemeinsam über die des dritten (z. B. Ph) dominieren (N. B.: im Ph-Plasmon). Umgekehrt kann sich auch eine Anlage (Hy) gegen zwei andere (Pi, Ph) durchsetzen.

In einem besonderen Abschnitt werden die Zusammenhänge zwischen der Erhöhung der Chromosomenzahl und der Zunahme des Zellvolumens erörtert. Jede Art (Sippe) hat einen ihr typischen Vergrößerungsindex (k). Ist das Zellvolumen der univalenten Form =  $V_1$ , so ist das der bivalenten =  $V_1 k$ , das der trivalenten =  $V_1 k^2$  usw. also allgemein:  $V_n = V_1 k^{n-1}$ . k kann sehr verschiedene Werte haben, z. B. 1,76 (*Funaria hygrometrica*), 3,74 (*Physcomitrella*), aber auch 0,5! Die Zellgrößen von Art- und Gattungsbastarden verhalten sich ganz anders als die der reinen Linien; bezüglich der Einzelheiten muß auf die Arbeit selbst verwiesen werden. Erwähnt muß aber werden, daß W. die von ihm früher aufgestellte Formel für die Beziehung der Zellgröße eines Bastardes zwischen den Arten A und B:

$$V_n = V_E \left( 1 - e - \frac{K_A - K_B}{2} (n - 1) \right) + \frac{V_A + V_B}{2}$$

(wobei  $V_n$  die Zellgröße des  $n$ -valenten Bastardes,  $V_E$  den Endwert der Zellgröße bedeutet) nur als zufällig für eine Kreuzung gültig, nicht aber als allgemeingültig bezeichnet.

In einem theoretischen Teil diskutiert W. seine Ergebnisse im Zusammenhang mit verschiedenen genetischen Problemen. Im Abschnitt „die genetische Konstitution der Organismen“ wendet sich W. gegen die gegen die Bedeutung des Mendelismus oft geltend gemachte Annahme, daß die mendelnden Gene nur relativ oberflächliche Eigenschaften bedingen. Die Versuche an Moosen zeigen neuerdings, daß Eigenschaften verschiedenster „Wertigkeit“, „oberflächliche“ und „grundlegend organisatorische“, durch (vielfach polymere) Gene bedingt sind. Im Anschluß an die Präzisierung der Rolle des Plasmons äußert W. die Vermutung, daß die im unbefruchteten Ei der Tiere vorhandene determinative Gliederung, speziell die Ausbildung des Organismators, vielleicht auch auf einer autonomen Plasmonwirkung beruht. Bei der Diskussion des Artbildungsproblems wird vor allem die Frage nach der Abänderung des Plasmons erörtert. W. neigt zur Annahme, daß sie möglicherweise unter dem Einfluß von Außenbedingungen als Dauermodifikation, die dann fixiert wird, entsteht. Mit der weiteren Hypothese, daß das solchermaßen veränderte Plasma dann wiederum die Gene zu mutativer Änderung veranlassen könnte, wird die Brücke zum Problem der gerichteten Mutabilität und der Erwerbung vererbbarer Eigenschaften geschlagen. Eine kurze Besprechung der Heteroploidie, insbesondere ihre Rolle bei der Artbildung, die W. im Gegensatz zu manchen Genetikern nicht allzu groß veranschlagen möchte, beschließt das Werk.

Soviel vom wissenschaftlichen Inhalt des Buches;

es sei noch hervorgehoben, daß es trotz seines übergroßen Reichtums an Einzelheiten doch so übersichtlich disponiert ist, daß auch derjenige, der nur die Hauptergebnisse sucht, und das vom Verf. dargelegte Beweismaterial ungeprüft hinnehmen will, ohne Mühe sich durchfindet, ohne wesentliches zu übersehen. Mergültig ist die Beschränkung auf das unumgänglich Notwendige im Theoretisieren und Literaturbesprechung.

KARL BĚLAŘ, Berlin-Dahlem.  
Scientific papers of William Bateson. Edited by R. C. PUNNETT. 2 Bände. Cambridge: University Press 1928. VIII, 452 S., 7 Taf. und VII, 503 S., 29 Taf. 18 × 26 cm. Preis 42 sh.

Professor PUNNETT hat das wissenschaftliche Werk BATESONS in zwei stattlichen, glänzend ausgestatteten Bänden veröffentlicht. Es sind dabei die allgemeineren, mehr populären Schriften ausgelassen, da sie bereits in Frau BATESONS Biographie ihres Mannes abgedruckt sind. Ferner sind weggelassen die Vererbungsarbeiten, die in den „Reports to the evolution committee“ 1902–07 veröffentlicht sind. Als Grund dafür wird angegeben, daß man diese „reports“ noch von der Royal Society kaufen kann. Dem Referenten scheint es, daß dies ein Fehler ist. Denn gerade einige der wichtigsten Arbeiten BATESONS sind in diesen „reports“ enthalten und sollten deshalb in einem Sammelwerk nicht fehlen. Ein kleiner Ersatz ist allerdings, daß wenigstens die Zusammenfassungen aus diesen Arbeiten abgedruckt sind. Andererseits hat der Herausgeber aus den zwei wichtigsten Büchern BATESONS, nämlich den „Materials for the study of variation“ und „Mendels principles“ einige allgemeine Abschnitte abgedruckt, ein Verfahren, daß sich in ersterem Fall sicher rechtfertigen läßt, da einmal jenes umfassende Werk längst vergriffen ist, sodann sein allgemeiner Teil ein beträchtliches historisches Interesse besitzt. Von den frühen morphologischen Arbeiten BATESONS sind die über den Bau und die Entwicklung des Balanoglossus ebenfalls weggelassen und nur seine theoretische Schrift über den Ursprung der Chordaten eingeschlossen. Im übrigen enthalten die Bände das Gesamtwerk BATESONS, soweit es in Zeitschriften veröffentlicht ist. Naturgemäß gliedern sich seine Arbeiten in zwei Hauptgruppen, die Arbeiten über Variation, in der Hauptsache vor der Wiederentdeckung der MENDELSchen Gesetze verfaßt, und die neuen über Mendelismus. Die ersteren füllen den ersten Band, und es finden sich darunter mehrere, die auch heute noch von Interesse sind, z. B. die Arbeit über die Variation der Herzmuschel. Aktueller sind die im zweiten Band vereinigten Arbeiten über Mendelismus, beginnend mit der Einleitung zu seiner Übersetzung von MENDELS Arbeiten, die er sofort nach Wiederentdeckung der MENDELSchen Gesetze der Royal Horticultural Society vorlegte. Es folgt dann die Serie der jedem Vererbungsforscher bekannten Arbeiten, viele davon gemeinsam mit GREGORY, MIß SAUNDERS, PUNNETT, MIß PELLEW u. a. veröffentlicht, Arbeiten, deren Resultate längst in alle Lehrbücher übergegangen sind. In dieser Reihe von Arbeiten ist eine Art von natürlichem Abschluß etwa 1911 zu finden. Bis dahin dienen sie alle der Analyse des reinen Mendelismus. Die späteren Arbeiten beschäftigten sich mehr mit schwer zu analysierenden und unklaren Fällen, besonders den Chimären und der Scheckung. Man kann nicht sagen, daß diese Arbeiten ebenso erfolgreich wie die früheren waren, von einigen Ausnahmen abgesehen. Die letzte vor seinem Tod veröffentlichte wissenschaftliche Arbeit über Segregation ist höchst charakteristisch für die Denkart BATESONS, nicht minder auch für seine stark individualistische, dabei nicht immer sehr gerechte Be-

urteilung der Arbeiten anderer. Den Schluß des Bandes bilden einige Bücherbesprechungen und ein Literaturverzeichnis.

Man kann Professor PUNNETT und der Cambridge

University Press für die beiden schönen Bände dankbar sein, die sicher in der Bibliothek keines Vererbungsforschers fehlen werden.

R. GOLDSCHMIDT, Berlin-Dahlem.

### Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 8. Dezember 1928 berichtete Herr GERD HEINRICH (Borowki in Polen) unter Vorführung von Lichtbildern über seine 1927 ausgeführte Reise im persischen Elburs-Gebirge, auf welcher ihn seine Frau und Dr. MARTIN DAMMHOLZ begleiteten. Das Gebiet ist in zoologischer Beziehung nur sehr unvollkommen erforscht. 1771 bereiste der deutsche Forscher GMELIN im Auftrage der Zarin Katharina II. die Ebene am Südufer des Kaspischen Meeres, der aber unter Malaria und Feindseligkeiten der Eingeborenen zu leiden hatte und im Kerker starb. 2 Jahre später hatte sein Schüler HABILIZEL mehr Erfolg, dem es gelang zahlreiche Tierarten zu sammeln. Der Engländer BLANFORD führte 1883 zwei Durchquerungen des Gebirges aus. Der russische Ornithologe SARUDNY, der auf langen Wanderungen ganz Persien durchzogen hat, machte 1885 den ersten Versuch, auch in das Elbursgebirge einzudringen. Dieser Versuch scheiterte infolge einer schweren Erkrankung SARUDNYS. Aber 18 Jahre später gelang es ihm, den Weg von Asterabad über das Elbursgebirge und dann durch die Salzwüste Kewir nach Teheran zurückzulegen.

Das 1 645 000 qkm große persische Reich mit seinen 6 Millionen Einwohnern besitzt noch keine Eisenbahn. Auch die wenigen Chausseen sind schlecht, so daß man auf die Saumpfade angewiesen ist, welche von den Tragtieren ausgetreten werden, mit denen die Scharwardare genannten eingeborenen Händler und Warentransporteure das Land durchziehen. In den Provinzen Ghilan, Masanderan und Asterabad, welche an das Südufer des Kaspischen Meeres grenzen, erstreckt sich zwischen Küste und Gebirge ein Streifen flachen Landes, auf welchem am Gestade des Meeres ein Vordringen nach Osten möglich ist.

Da es keine seefahrenden Perser gibt, weder Fischer noch Schiffer, so war der Vortragende beim Befahren der Küste auf die primitiven Segelboote der Turkmenen angewiesen. Die schmale Küstenebene steht im Zeichen des Reisbaues, der mühseligsten Art von Landwirtschaft. Die Aussaat erfolgt auf kleine Beete im März und nach dem Aufgehen muß jedes Pflänzchen einzeln auf die großen, durch Lehmdämme abgegrenzten Felder verpflanzt werden, in denen das zugeleitete Wasser allmählich in das tiefer gelegene Feld hinuntersickert, bis es den ganzen Weg vom Gebirgsfuß bis zum Meere zurückgelegt hat. Diese Reissümpfe sind Brutherde der Anopheles-Mücke, und Malaria daher weit verbreitet. Auch der Gelenkrheumatismus grassiert. Dabei gibt es, mit wenigen Ausnahmen in Teheran, keine modernen Ärzte in Persien.

In Ost-Ghilan wurde ein Abstecher nach Süden in das, im März bis 1000 m Höhe verschneite Gebirge gemacht. Mit 6 Pferden, welche die Lasten trugen, marschierten die Expeditionsteilnehmer in die Gebirgswildnis vor. Im ganzen wurden 700 km zu Fuß zurückgelegt. Vielfach mußten die Dienste der Scharwardare in Anspruch genommen werden, welche Warentransporte aller Art besorgen. Da der gläubige Perser Wert darauf legt in dem heiligen Orte Kerbela bestattet zu werden, so sammelt man die Leichen bis eine genügende Anzahl beisammen ist, packt sie in Kisten und der Scharwardar befördert sie auf seinen Pferden an den Bestimmungsort.

Am Nordhang des Elburs-Gebirges schlägt sich die,

vom Kaspischen Meere stammende Feuchtigkeit im Frühjahr in gewaltigen Mengen nieder. Es regnet fast ununterbrochen, und in dem tiefen Schlamm Boden kam man nur etwa 2 km täglich vorwärts. Hier sind die Hänge mit Laub-Urwald bedeckt, dem einzigen wirklichen Hochwald Persiens, welcher den östlichsten Ausläufer der europäischen Laubwaldzone bildet. In den Vorbergen ist dieser Wald durch die Tätigkeit der Kohlenbrenner bereits stark gelichtet. Der Wald besteht aus Eichen, Ulmen, Erlen, Buchen, Ahorn usw. In den niedrigeren Partien findet sich Buxbaum, Gleditschien und Eisenholz. Von Vögeln überwiegen europäische Arten, wie Amseln, Drosseln, Finken, Zauñkönige, Meisen, Spechte usw. Viele dieser Arten haben jedoch in Elburs geographische Rassen gebildet, die in den meisten Fällen kleiner sind und von dunklerer Färbung als die heimischen Vertreter. Auch bei den Insekten findet sich dieser Melanismus, dessen Grund man in der großen Feuchtigkeit des Gebietes vermutet.

Anfang Mai wurde die obere Baumgrenze in 2500 m Höhe erreicht. Hier finden sich ganze Teppiche von blühenden Primeln, Veilchen und Päonien. Von Tieren sind zu erwähnen Bären, Lämmergeier und das persische Königshuhn. Sehr selten ist der persische Tiger und ebenso der persische Leopard. Ein lebendes Exemplar des letzteren konnte der Vortragende mitbringen und dem Berliner Zoologischen Garten überweisen. Der Löwe kam nie in den bereisten Gebieten vor, sondern nur in Südpersien, wo er vor etwa 10 Jahren verschwand.

Auf den Almen des Hochgebirges spielt die Milchwirtschaft eine Hauptrolle. Die Hirten verbringen dort mit ihren Schafen, Ziegen und Zeburindern den Sommer. Die Milch wird durch Tücher filtriert um sie von Exkrementen und anderen Unsauberkeiten zu befreien. Nach dem Kochen füllt man sie in mächtige irdene Krüge, in welchen sie nach wenigen Stunden dick wird. Die abgeschöpfte Sahne kommt in ein Gefäß, das so lange hin und her gestoßen wird bis sich Butter gebildet hat, die in einem Schlauch aus Ziegenfell aufbewahrt wird. Sie ähnelt grüner Schmierseife, und auch die Perser sind sich über die Beschaffenheit nicht im unklaren, denn ein Sprichwort besagt: In der Butter kannst Du alles finden, nur nicht Dich und mich.

An der Küste steigt im Sommer die Temperatur bis 40° und die Vegetation verdorrt; die Dörfer sind dann von den Bewohnern verlassen. Groß ist der Mangel an Trinkwasser, da nur wenige Brunnen vorhanden sind. Selbst in den Städten liefert ein offener Graben, der durch die Stadt geleitet wird und in dem auch Waschungen vorgenommen werden, das Trinkwasser. Alle Flüsse und Bäche sind verseucht und verpestet. In den Wüstengebieten des südlichen Asterabad findet man neben den schwarzen Nomadenzelten auch Oasendörfer mit grün belaubten Bäumen, sowie Weizen- und Gerstefeldern. Da es dort überall an Holz mangelt, so gleichen die Wohnhäuser dieser Dörfer großen Lehmwürfeln.

Die Reise erreichte ihr Ende in Asterabad am Rande der Turkmenensteppe. Hier erkrankte der Vortragende an schwerer Malaria, die sich im Laufe mehrerer Wochen immer weiter verschlimmerte. Schließlich holte ihn ein Flugzeug nach Teheran, wo die Krankheit durch Plasmochin schnell geheilt wurde. O. BASCHIN.

## Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Die Anpassungen von *Poa annua* an verschiedene Höhenlagen. *Poa annua*, eines unserer gemeinsten Gräser, ist eine — wie schon aus der Artbezeichnung hervorgeht — für gewöhnlich einjährige Form. Das entspricht wenigstens dem Verhalten in der Ebene, sowie in geringen Höhenlagen. Daß dieser Typus aber keineswegs der alleinherrschende ist, das gibt sich in sehr schöner Weise in Untersuchungen von BOUGET (Rev. gén. Bot. 40 [1928]) zu erkennen, die speziell dieser Frage gewidmet sind. BOUGET beobachtete, daß in Höhenlagen von etwa 1200 m zwar der einjährige Ebenentypus auch noch anzutreffen ist, daß er sich hier aber an ganz bestimmte Standorte hält, die durch ungünstige Wasserbilanz (Trockenheit) gekennzeichnet sind. Dieser Regel fügen sich Felsstandorte, Dächer von Häusern und ähnliche Lokalitäten. Die Pflanzen machen hier einen schwächlichen Eindruck, bringen es aber noch zu reifenden Früchten, durch die die Nachkommenschaft gesichert ist. Anders aber an Stellen, wo eine durchaus gesicherte Wasserzufuhr herrscht. Hier zeichnen sich die Rasen durch eine große Üppigkeit aus und nehmen ein gänzlich verschiedenes Verhalten an. Das Gras ist zu einer perennierenden Form geworden, die sich ausgiebig durch Rhizome vermehrt und auf diese Weise immer ausgedehntere mehrjährige Rasen entwickelt. Die sexuelle Fortpflanzung ist infolgedessen überflüssig geworden und bleibt, wie die Beobachtung zeigt, tatsächlich aus. So ist eine vollständig neue Standortsmodifikation zustande gekommen. Die Anpassungsfähigkeit von *Poa annua* geht aber noch weiter. BOUGET hat solche perennierende Formen der feuchten subalpinen Region in die trockene alpine Zone verpflanzt, und zwar in die Beobachtungsstation des Pic du midi (2850 m). Hier nahm die Versuchspflanze wieder ein anderes Gesicht an. Der hygrophile Charakter, der in der subalpinen Zone zum Durchbruch gelangt ist, geht verloren, die Rasen sind zwar gegenüber der Ebenenform ebenfalls langlebig, aber die Vermehrung durch Rhizome verschwindet und an Stelle dessen tritt die sexuelle Vermehrung wieder in ihr Recht ein. In sehr schöner Weise tritt also die Wandlungsfähigkeit dieses Grases hervor, und es zeigt sich, wofür es übrigens auch mannigfache andere Belege gibt, daß Einjährigkeit und Mehrjährigkeit keine Eigenschaft ist, die immer erblich gefestigt sein muß.

P. STARK.

Variations in the Fox Sparrow (*Passerella iliaca*) with Reference to Natural History and Osteology. JEAN M. LINSDALE. Univ. Calif. Publ. Zool. 30, 251—392 (1928). Variationsstudien am Skelett der Vögel sind bisher nur sehr selten ausgeführt worden, trotzdem es naheliegt, die auf Integumentunterschieden beruhende Rasseneinteilung osteologisch nachzuprüfen. Das ist heute nur bei einer häufig vorkommenden, in ihrer äußeren Variation gut bekannten Art möglich. Der vom Verf. gewählte, diese Bedingungen erfüllende Formenkreis, der Fink *Passerella iliaca*, hat außerdem den Vorzug, sehr verschiedenartige Biotope zu bewohnen, z. B. die Baumstreifen in den Trockentälern des Great Basin, die Macchie (Chaparral) in Kalifornien und Gebüsche niedriger Fichten in Neufundland. Daraus ergibt sich die weitere Fragestellung nach Anpassungen an die jeweilige Umwelt.

Aus dem reichhaltigen Inhalt der Arbeit sei einiges herausgehoben: Die meisten untersuchten Skelettmerkmale variieren geographisch ziemlich stark, weniger individuell, fast gar nicht nach dem Geschlecht

und nach dem Alter. Eine gewisse Parallelität zwischen den Mittelwerten der Längen von Sternum, Coracoid und anderen beim Fliegen beteiligten Skeletteilen ist unbestreitbar, war auch zu erwarten, da die Schwungfedermaße geographisch variieren. Die nördlichste Rasse, *iliaca*, hat die längsten Flügel, eine Anpassung an die Länge des Zugweges, wie Verf. annimmt. Dagegen besitzt diese Rasse einen relativ schwach entwickelten Schnabel. Das ist nicht als Anpassung an eine besondere pflanzliche Nahrung (weichen Samen z. B.) aufzufassen, da die Art zur Fortpflanzungszeit vorwiegend von Insekten lebt und im Winter dick- und dünnschnäbelige Rassen nebeneinander nach Futter suchen. — Besonders interessant ist die starke Schwankung der Mandibelmaße in Länge und Höhe. Leider gibt Verf. hier wie auch sonst nur Indices aus den Mittelwerten, so daß er sich auf einen mittleren Wert für die Form des Unterkiefers bei jeder Rasse beschränkt, während hier die Variationsbreite der Indices aus den Einzelmaßen besonders wichtig erscheint.

Der biologische Vergleich aller Rassen ergibt neben den Unterschieden im Biotop eine Verschiedenheit in der Gelegezahl: Die nördlich wohnenden Rassen legen im Durchschnitt ein Ei mehr, zeitigen wohl auch zwei Bruten. Ob die erhöhte Dauer des Tages in nördlichen Breiten und die größeren Gefahren des längeren Zugweges diese Tatsache erklären können, erscheint dem Ref. zweifelhaft, da wir geographische Variation der Gelegezahl auch bei Stand- bzw. Strichvögeln, z. B. bei der Kohlmeise, finden.

Alles in allem eine sehr gründliche und anregende Arbeit mit Angabe der Einzelmaße, mit Tabellen, anschaulichen Diagrammen und einer Anzahl von Schädelphotographien. Dazu eine Zusammenstellung der bisherigen Ergebnisse ornithologischer Variationsforschung (hauptsächlich an äußeren Merkmalen), wobei Verf. bezeichnenderweise nur die englisch geschriebene Literatur berücksichtigt. W. MEISE.

Die Mutationsrate bei *Drosophila* und ihre Abhängigkeit von der Außentemperatur behandelt H. J. MULLER (The measurement of gene mutation rate in *Drosophila*, its high variability, and its dependence upon temperature. Genetics 13, 279—357 (1928) in einer ausführlichen Veröffentlichung. MULLER ist es bekanntlich als erstem gelungen, auf experimentellem Wege Mutationen in größeren Mengen zu erzeugen, und zwar durch Behandlung von Taufiegen (*Drosophila*) mit Röntgenstrahlen. Jetzt veröffentlicht MULLER einen Teil seiner langjährigen Versuche, die diesem Erfolg vorangingen und in denen er sich bemühte, überhaupt einmal eine Vorstellung darüber zu erlangen, wie häufig denn Mutationen unter normalen Bedingungen sind. Gleichzeitig wurden dabei bereits Versuche angestellt, die Mutationsrate durch Einwirkung verschiedener Temperaturen zu verändern. Man unterscheidet, wie bekannt, sichtbare Mutationen, d. h. solche, die sich durch Veränderung einer Außeneigenschaft der Individuen ausprägen, und Letalfaktoren, d. h. solche, die das Absterben der Individuen während ihrer Entwicklung bedingen, die solche Letalfaktoren erhalten haben. Man hat guten Grund anzunehmen, daß die Letalfaktoren sich im allgemeinen nicht prinzipiell von den „sichtbaren“ Faktoren unterscheiden, sondern daß sie nur Faktoren sind, die das so fein abgestimmte Spiel der normalen Entwicklung etwas mehr stören als die „sichtbaren“, so daß früher oder später diese Entwicklung zu einem vorzeitigen, letalen Ende

kommt. Aus dieser Vorstellung ergibt sich, daß Neumutationen von Letalfaktoren sehr viel häufiger sein müssen als solche von „sichtbaren“ Faktoren, da eben die meisten Veränderungen die Harmonie des Entwicklungsablaufs vernichten werden. Da es nun von vornherein klar war, daß die Mutationsrate sehr niedrig sein muß — „sichtbare“ Mutationen sind verhältnismäßig sehr seltene Vorkommnisse —, so richteten sich MULLERS Bemühungen auf die Erfassung der Mutationsrate der Letalfaktoren. Der zu erwartenden höheren Mutationsrate gegenüber den „sichtbaren“ Mutationen stand hier jedoch ein Nachteil eben in Gestalt der Unsichtbarkeit der Letalfaktoren gegenüber, die ja nur an dem Ausfall eines bestimmten Teiles der erwarteten Nachkommenschaft erkenntlich sind. Das erhöht natürlich die erforderliche Arbeit, die so bei der großen Zahl von Kulturen, mit denen nur ein solches Experiment mit Aussicht auf Erfolg unternommen werden kann, praktisch kaum noch durchführbar ist. Um diese Schwierigkeit zu verringern, hat MULLER

verschiedene sehr sinnreiche Kreuzungen erdacht, mit Hilfe derer der Nachweis von Neumutationen außerordentlich erleichtert wird. Hierin besteht ein großer Teil des Wertes seiner Veröffentlichung. Mittels dieser Methoden konnte nun die Mutationsrate pro Chromosom und Generation bestimmt werden. Sie erwies sich als recht hoch, war aber sehr variabel. So wurde in verschiedenen Versuchen ein Letalfaktor auf 59, bzw. 170, bzw. 344 Chromosomen pro Generation gefunden. Diese Variabilität scheint genetisch bedingt zu sein. Damit waren zum erstenmal Zahlenangaben für die Häufigkeit von Mutationen erlangt worden. In weiteren Versuchen konnte schließlich mit großer Wahrscheinlichkeit gezeigt werden, daß höhere Temperatur die Mutationsrate erhöht. Allerdings ist der Effekt klein, verglichen mit der Wirkung der Röntgenstrahlen. Auch ist es nicht ganz sicher, ob die Temperaturerhöhung direkt einwirkt oder erst sekundär durch Veränderung irgendwelcher Außenbedingungen ihre Wirkung erzielt. CURT STERN.

### Astronomische Mitteilungen.

Ein neues Observatorium soll in Amerika gebaut werden. Nach einer Mitteilung in Science vom 9. November vorigen Jahres wird diese neue Stätte der astronomischen Forschung dem California Institute of Technology in Pasadena angegliedert werden und soll das dort schon bestehende Mt. Wilson-Observatorium ergänzen bei dessen Arbeiten über die Erforschung des Milchstraßensystems, der Spiralnebel, der Entwicklung der Sterne und anderer Fragen der modernen Astronomie und Physik.

Als Beobachtungsinstrument ist ein Reflektor von 200 Zoll, also von rund 5 m Durchmesser, in Aussicht genommen. Das neue Institut wird außer dem eigentlichen Observatorium noch ein großzügig angelegtes astrophysikalisches Forschungslaboratorium besitzen, das auf dem Gelände des California-Institutes in Pasadena errichtet werden und mit allen wünschenswerten Hilfsapparaten der modernen Forschung ausgerüstet sein wird. Für das Teleskop ist unter anderem ein MICHELSONSches Interferometer von 12 m Basislänge in Aussicht genommen. Die Scheibe für den großen Spiegel soll aus geschmolzenem Quarz gemacht werden, aus dem auch die kleineren Hilfsspiegel bestehen werden. Das Öffnungsverhältnis des Spiegels wird  $F : 3,3$  sein, um eine große Lichtstärke zu erhalten, wie sie bei der Aufnahme sehr lichtschwacher Objekte, z. B. in den Spiralnebeln, erwünscht ist. Das geringe, brauchbare Bildfeld, welches durch dieses Öffnungsverhältnis bedingt wird, hofft man durch Einschalten einer Korrektionslinse in gewünschten Fällen zu vergrößern. Für spektrographische Arbeiten ist ein Cassegrain-System mit  $F : 10$  vorgesehen und außerdem eine Coudé-Vorrichtung, mit deren Hilfe das Licht eines Sternes nach einem Raum konstanter Temperatur geführt wird, in welchem es mit fest aufgestellten Spektrographen hoher Dispersion analysiert werden kann.

Über die Lage des neuen Observatoriums ist noch keine Entscheidung getroffen. Es soll nicht allzuweit von Pasadena liegen, wird aber an einem hochgelegenen Ort errichtet werden, der sich durch erstklassige Durchsicht und Ruhe der Luft auszeichnet, damit die große Öffnung des Spiegels auch zur Geltung kommt. Zur Zeit werden Versuchsbeobachtungen über die Ruhe und Schärfe der Sternbilder an verschiedenen

Orten in der Nähe des Mt. Wilson, in Arizona und am Grand Canyon gemacht.

Die engere Kommission für die Errichtung des Instituts besteht aus den Herren HALE als Vorsitzenden, MILLIKAN, NOYES und ROBINSON. Es ist geplant, die Hilfsmittel der neuen Forschungsstätte auch hervorragenden auswärtigen Forschern bei ihren Arbeiten zugänglich zu machen, so daß in Pasadena gewissermaßen eine Zentrale der internationalen Forschung auf dem Gebiete der Astronomie und der verwandten Wissenschaften geschaffen werden soll.

Die Kosten allein für den Bau des Teleskops einschließlich des dazugehörigen Kuppelgebäudes kann man wohl auf etwa 15 Millionen Mark schätzen.

**Sirius als dreifacher Stern.** Aus Johannesburg kommt die Nachricht (vgl. Observatory 52, 22), daß am 4. Februar 1926 eine dritte Komponente des Sirius-systems auf visuellem Wege von Prof. INNES mit dem dortigen  $26\frac{1}{2}$ -zölligen Refraktor gefunden worden ist. Diese neue Komponente C bildet mit dem bisher bekannten Siriusbegleiter ein enges Doppelsternsystem. Die Helligkeit von Sirius C wird zu etwa 12. Größe, die Größenordnung des Abstandes der beiden Siriusbegleiter voneinander zu etwa  $1''.5-2''$  angegeben. Die Beobachtungen des schwachen Sternchens sind wegen der blendenden Helligkeit des Sirius sehr schwer und erfordern ausgezeichnete Ruhe und Schärfe der Sternbilder, die selbst in Johannesburg nicht immer ausreichend für erfolgreiche Beobachtungen sind. An der Existenz von Sirius C ist wohl kaum noch zu zweifeln, da die Beobachter des Union Observatoriums ihn an einer ganzen Reihe von Tagen in den Jahren 1926—1928 unter sorgfältiger Prüfung etwa vorhandener Reflexbilder gesehen und sogar Messungen — oder vielmehr Schätzungen — von Positionswinkel und Distanz in bezug auf die hellere Komponente erhalten haben. Die bisher erhaltenen Positionen deuten für Sirius C auf eine Umlaufzeit von etwa 2 Jahren um den helleren Siriusbegleiter hin.

In Hinsicht auf die außergewöhnliche Stellung, welche der hellere Siriusbegleiter seiner enormen Dichte wegen bisher unter den Sternen einnimmt, ist diese Entdeckung von weittragender Bedeutung.

OTTO KOHL.