

## Aufreißen von Messing durch innere Spannungen.

Von G. MASING, Berlin.

### 1. Besprechung älterer Arbeiten.

Eine bekannte, fatale Eigenschaft der Gegenstände aus kaltgeformtem (gezogenem, gebogenem usw.) Messing besteht in ihrer Neigung zum Aufreißen. Das Aufreißen tritt meistens spontan auf, ohne unmittelbar feststellbare Ursache. Oft tritt es nach äußeren korrodierenden Einflüssen der Witterung oder nach starkem Frost ein. Es ist eine weitverbreitete Krankheit unseres technischen Messings und ähnlicher Kupferlegierungen, und die Technik führt einen ständigen Kampf dagegen.

In Fig. 1 ist das Aufreißen eines Messingsockels und Messingbechers nach einer Behandlung mit 1proz. Quecksilbernitratlösung dargestellt. Nach sehr umfangreichen Erfahrungen stellt diese

Behandlung ein sicheres Reagens auf die Gefahr des freiwilligen Aufreißen dar, so daß man mit Sicherheit behaupten kann, daß, wenn 2 bis 4 Wochen nach dieser Behandlung ein Stück nicht aufgerissen ist, die Gefahr eines spontanen Aufreißen nicht vorliegen hat.

Wie man sieht, ändern die Sockel beim Aufreißen ihre Gestalt. Zum Aufreißen ist also das Vorhandensein von inneren Spannungen erforderlich, die hierbei ausgelöst werden. Seitdem durch die Arbeiten von HEYN und BAUER<sup>1)</sup> das Auftreten von inneren Spannungen beim Kaltrecken von Metallen nachgewiesen worden war, wurde es auch verständlich, daß das Aufreißen nur an kaltgerecktem Messing beobachtet wird. HEYN und BAUER haben bereits das Mittel zur Beseitigung der inneren Spannungen und damit der Gefahr des Aufreißen angegeben — eine Erhitzung des Messings auf höhere Temperaturen. Hierbei wird das hartgereckte Messing jedoch wieder weicher. Es fragte sich also weiter, ob es möglich ist, Erhitzungsbedingungen zu finden, welche ohne eine erhebliche Schädigung der tech-

nischen Eigenschaften eine Beseitigung der Gefahr des Aufreißen gewährleisten.

Über diese Frage ist inzwischen, insbesondere in Anlehnung an praktische Betriebserfahrungen, sehr viel gearbeitet worden. MOORE und BECKINSALE haben in England die ganze Frage einer ausgedehnten systematischen Untersuchung unterzogen, über die in den „Naturwissenschaften“ teilweise berichtet worden ist<sup>1)</sup>. Sie haben Schalen von einer Normalform aus Messing mit 70% Kupfer und 30% Messing auf verschiedene Temperaturen erhitzt und festgestellt, daß eine Erhitzung während einer Stunde auf 275° genügt, um die Gefahr des Aufreißen zu beseitigen. Durch

Parallelversuche an gewalzten Blechstreifen wurde festgestellt, daß bei den Härtegraden, die in den Schalen und auch sonst in der Praxis vorkommen (bis etwa 150 Brinell), bei dieser Temperatur und Erhitzungsdauer noch

keine Erweichung

des Messings eintritt. Aus diesen Versuchen haben MOORE und BECKINSALE geschlossen, daß die angegebene Erhitzung allgemein für die Beseitigung der Gefahr des Aufreißen bei 70/30 Messing ausreichend sei. Eine eingehende direkte systematische Untersuchung des Einflusses der vorangegangenen Kaltreckung und des Reckungsgrades bei der letzten Formgebung (Ziehen von Schalen) haben sie an Schalen nicht ausgeführt. Sie beschränken sich auf die Bemerkung, daß die inneren Spannungen in den Schalen offenbar sehr groß sind, und daß bei keinem technisch hergestellten Artikel höhere Spannungen zu erwarten sind als bei den Schalen, so daß den an ihnen gewonnenen Resultaten für das gegebene Material praktische Allgemeingültigkeit zukommt. MOORE und BECKINSALE bezweckten mit ihren weiteren Untersuchungen hauptsächlich, die als Ursache des Aufreißen erkannten inneren Spannungen direkt zu messen und die Messungen mit den Aufreißenversuchen zu verknüpfen. Zu diesem Zwecke untersuchten sie die Biegespannungen von Messingblechen, indem sie diese um starre



Fig. 1. Durch innere Spannungen aufgerissene Messingsockel.

<sup>1)</sup> Literatur bei MASING und HAASE, Innere Spannungen von Messing und ihre Beseitigung. Wissensch. Veröff. a. d. Siemenskonzern 3, 2. 1924, S. 22; Zeitschr. f. Metallkunde (erscheint demnächst).

<sup>1)</sup> 1922.

Ringe verschiedener Durchmesser bogen und auf verschiedene Temperaturen erhitzt. Nach Lösung der Bleche vom Ring ließ sich aus dem Krümmungsradius des entspannten Bleches und des Ringes sowie der Dicke des Bleches die Biegespannung der äußeren Faser nach der Formel

$$E \cdot \frac{R - r}{R r} \cdot \frac{d}{\varepsilon} \quad (1)$$

berechnen ( $E$  = Elastizitätsmodul,  $r$  = Radius des Ringes,  $R$  = Radius des entspannten Bandes,  $d$  = Dicke des Bandes). Die Hauptresultate sind folgende:

1. Bei einer Erhitzung auf  $200^\circ$  ist der Rückgang der Spannung zuerst recht schnell, bis der Restbetrag die Hälfte oder ein Drittel der ursprünglichen Spannung unterschritten hat. Beträchtliche Spannungen verbleiben jedoch auch nach einer Behandlung von 24 Stunden oder länger.

2. Bei einer weiteren Temperaturerhöhung wird die Spannung immer schneller beseitigt, und die Restbeträge werden geringer.

3. Je höher der ursprüngliche Spannungsbetrag gewesen ist, desto höher ist auch die Restspannung nach einer gegebenen Temperaturbehandlung.

4. Je höher die ursprüngliche Härte (Kaltreckungsgrad) ist, um so geringer ist die Restspannung nach einer gegebenen Biegung und Temperaturbehandlung.

5. Bereits eine Erhitzung auf Temperaturen, bei denen die Härte noch nicht sinkt, bewirkt eine wesentliche Erniedrigung der Restspannungen. Eine Erhitzung, bei der bereits eine Erweichung eintritt, beseitigt die Spannungen so gut wie vollständig.

Der Rückgang der Spannungen beruht auf bleibenden inneren Verschiebungen in dem Material, durch welche die Spannungen aufgehoben werden. Gedehte Teile kontrahieren sich und umgekehrt. Die Spannung, bei welcher bleibende plastische Formänderungen auftreten, als welche auch der Spannungsausgleich zu betrachten ist, ist die Elastizitätsgrenze des Materials. Der Spannungsausgleich nach einer Erhitzung auf höhere Temperaturen ist also auf eine Erniedrigung der Elastizitätsgrenze oder genauer der maximal möglichen elastischen Grenzdehnung bei diesen Temperaturen zurückzuführen.

Sehr auffallend ist die Verknüpfung der Resultate 3 und 4 (die der Verfasser bei seinen Versuchen bestätigen konnte). Die Härte ist ein Maß der durch vorangegangene Kaltreckung hervorgerufenen *Verfestigung*. Der Formgebungsvorgang, also die Biegung, ist aber auch eine Kaltreckung, da sie bei den höheren Temperaturen ja auch zum Teil *plastisch* ist (sonst könnte man nicht an der bleibenden Biegung die Herabsetzung der Spannungen verfolgen) und bei Temperaturen weit unterhalb der Rekrystallisationstemperatur erfolgt, bei denen man von einer Kaltreckung

im üblichen Sinne sprechen kann. Es ist nicht ohne weiteres einzusehen, warum die Einflüsse dieser miteinander so nahe verwandten Vorgänge auf das Temperaturverhalten der inneren Spannungen entgegengesetzt sein sollen.

Das Resultat 3 läßt vermuten, daß auch die Beseitigung der Aufreißgefahr durch innere Spannungen eine Funktion des Betrages und der Art der formgebenden Deformation (Drücken, Ziehen, Pressen) sein muß. Indes haben MOORE und BECKINSALE diese Abhängigkeit nicht weiter verfolgt. Den Einfluß der Temperaturen unterhalb  $200^\circ$  auf die Spannungen scheinen sie nicht verfolgt zu haben. In einem anderen Zusammenhange (anlässlich der Quecksilberversuche der Schalen) bemerken sie, daß unterhalb  $200^\circ$  kein größerer Einfluß der Temperatur auf die Spannungen zu verspüren sei.

Es war fernerhin das Bestreben von MOORE und BECKINSALE, Messungen von Spannungen mit Aufreißversuchen in Quecksilbernitrat direkt zu verknüpfen. Zu diesem Zwecke haben sie unter anderem die folgende Versuchsserie durchgeführt: Zerreißstäbe von verschiedener Härte (Kaltreckungsgrad) wurden mit Quecksilbernitrat behandelt und der Einfluß dieser Behandlung auf den Zerreißvorgang festgestellt (Tabelle I).

Tabelle I.

Einfluß des Quecksilbers auf die Festigkeit von Messing nach MOORE und BECKINSALE.

Härte	Ohne Hg-Behandlung		Mit Hg-Behandlung			
	Festigkeit	Dehnung	sofort nach Behandl.	nach 24 Stunden	Festigkeit	Dehnung
62	20,4	81%	8,7	11%	8,0	14%
101	25,1	52%	16,0	8%	16,8	8%
147	36,5	21%	36,9	5%	36,6	6%
183	46,9	7%	44,5	11%	45,5	8%

Aus diesen Versuchen folgern sie, daß mit steigender Härte (zunehmendem Kaltreckungsgrad) die Gefahr des Aufreißens abnimmt. Dieser Schluß ist nicht überzeugend, und zwar aus folgendem Grunde: Für das Aufreißen eines Stückes sind nicht nur seine Festigkeit nach der Quecksilberbehandlung, sondern auch die in dem Stück schon vorher aufgespeicherten Spannungen maßgebend. Wenn diese Spannungen die Festigkeit übersteigen, reißt das Stück auf. Mit steigendem Kaltreckungsgrade steigen die im Messing entstehenden inneren Spannungen erheblich. Trotz der höheren Zerreißfestigkeit nach der Quecksilberbehandlung könnte dabei die Gefahr des Aufreißens steigen. Bei der Beschreibung der Versuche des Verfassers werden wir sehen, daß dies tatsächlich der Fall ist. Nur bei den höchsten Kaltreckungsgraden (Härte 183) ist die Aufreißgefahr unverkennbar geringer.

## 2. Eigene Versuche.

Der Verfasser fand, als er — in Gemeinschaft mit Herrn Dr. C. HAASE — die Ergebnisse von MOORE und BECKINSALE verwerten wollte, daß

sie einer systematischen Erweiterung bedürfen. Die Technik der Versuche lehnte sich derjenigen von MOORE und BECKINSALE an. Im Messingblech wurden schalenförmige Vertiefungen erzeugt. Beobachtet wurde der Einfluß a) des Walzgrades des Messings und b) der Tiefe der Schalenform, also des Grades der formgebenden Deformation auf das Aufreißen sowohl nach vorangegangener Erhitzung auf verschiedene Temperaturen als

auch ohne diese. Die Resultate finden sich in Tabelle II.

In Fig. 2 und 3 ist zur Deutlichkeit der halbe Logarithmus der Aufreißzeit in Abhängigkeit von der Tiefung und von dem Walzgrade des Bleches aufgetragen. Die Erhitzungstemperaturen sind an den Kurven angegeben. Wenn kein Aufreißen beobachtet wurde, ist die Aufreißzeit willkürlich auf 10 000 Minuten extrapoliert. Aus der Tabelle II

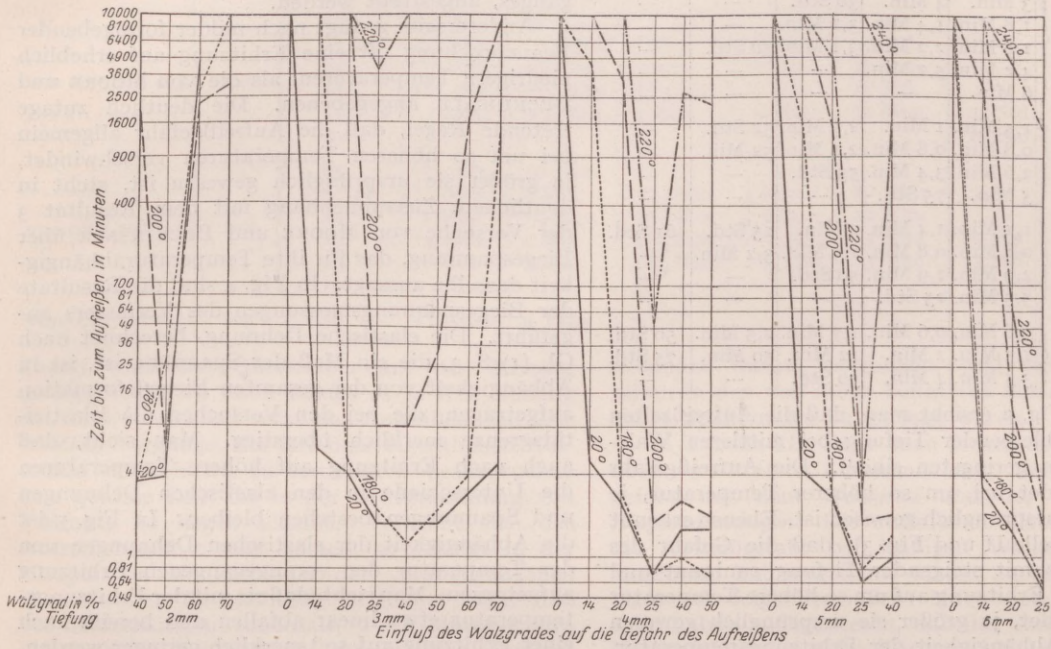


Fig. 2.

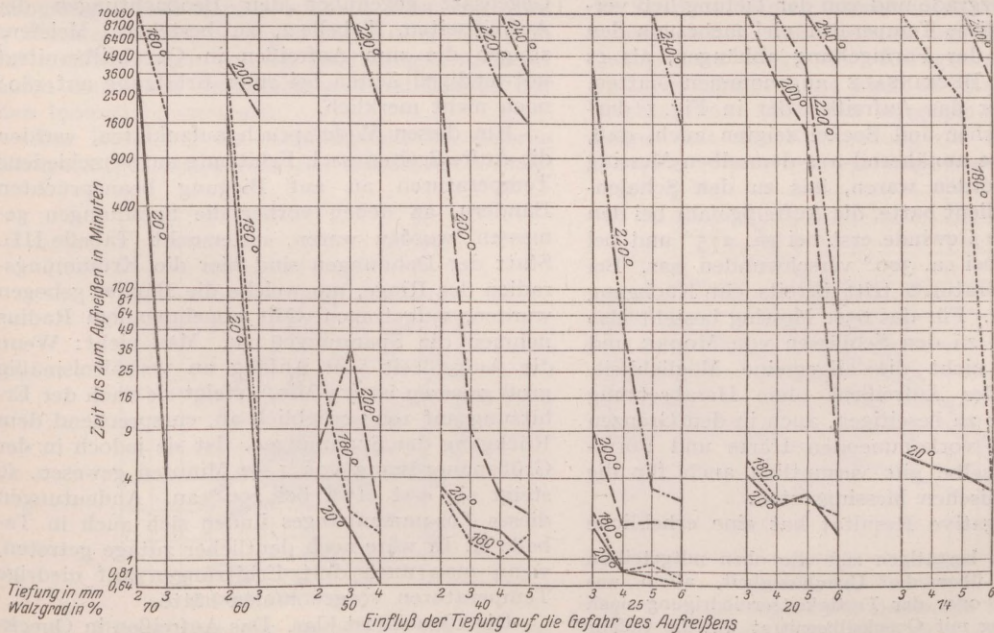


Fig. 3.

Tabelle II.

Walzgrad in %	Härte	Tiefung in mm.	Aufreißzeit nach einer Erhitzung auf				
			—	180°	200°	220°	240°
70	164	2	60 Std.	—	—	—	—
60	147		36 Std.	42 Std.	76 Std.	—	—
40	132		3,8 Min.	2,6 Min.	41 Std.	—	—
70	164	3	5 Min.	30 Std.	—	—	—
60	147		3 Min.	4 Min.	30 Std.	—	—
40	132		1,8 Min.	1,4 Min.	3,1 Min.	—	—
25	121		1,8 Min.	2,2 Min.	3,1 Min.	50 Std.	—
20	116		4,2 Min.	5,2 Min.	—	—	—
14	94		6 Min.	—	—	—	—
40	—	4	1,5 Min.	1 Min.	2,5 Min.	52 Std.	—
25	—		0,8 Min.	0,8 Min.	2,1 Min.	52 Min.	—
20	—		2,6 Min.	3,4 Min.	55 Std.	—	—
14	—		5 Min.	75 Std.	—	—	—
40	—	5	1,1 Min.	1,4 Min.	2 Min.	25 Std.	61 Std.
25	—		0,8 Min.	0,8 Min.	1,9 Min.	3,2 Min.	—
20	—		2,9 Min.	2,9 Min.	50 Std.	—	—
14	—		5,5 Min.	25 Std.	—	—	—
25	—	6	0,6 Min.	0,6 Min.	1,7 Min.	2,5 Min.	50 Std.
20	—		1,5 Min.	2 Min.	12 Min.	50 Min.	75 Std.
14	—		3,5 Min.	4 Min.	50 Std.	—	—

und aus Fig. 2 ersieht man, daß die Aufreißzeiten bei gleichbleibender Tiefung bei mittleren Walzgraden am geringsten sind<sup>1)</sup>. Die Aufreißgefahr verschwindet bei um so höherer Temperatur, je höher sie ursprünglich gewesen ist. Ebenso erkennt man (Tabelle II und Fig. 3), daß die Gefahr des Aufreißens mit steigender Tiefung zunimmt und nach einer Erhitzung auf um so höhere Temperatur verschwindet, je größer sie ursprünglich gewesen ist. Die Abhängigkeit der Erhitzungstemperatur, die zur Beseitigung der Aufreißgefahr nötig ist, von dem Walzgrade und von der Tiefung ließ vermuten, daß diese Temperatur viel mehr von den Bedingungen der Formgebung abhängen, als es MOORE und BECKINSALE angenommen hatten. Versuche über das Aufreißen der in Fig. 1 dargestellten Becher und Sockel zeigten auch, daß, trotzdem diese annähernd aus demselben Messing hergestellt worden waren, das zu den Schalenversuchen gedient hatte, die Aufreißgefahr bei den Bechern ohne Gewinde erst bei ca. 275° und bei den Sockeln bei ca. 300° verschwunden war. Bei diesen Temperaturen tritt bereits ein Rückgang der Härte ein. Für das 65er Messing besteht also im Gegensatz zu den Schlüssen von MOORE und BECKINSALE nicht die allgemeine Möglichkeit, die Gefahr des Aufreißens ohne Herabsetzung der Festigkeit zu beseitigen, auch in den Grenzen der technisch vorkommenden Härte und Formgebung. Dasselbe gilt vermutlich auch für die übrigen technischen Messingarten.

Dieses negative Resultat hat eine erhebliche

<sup>1)</sup> Dadurch bestätigen sich die oben mitgeteilten Ausführungen über die Unzulässigkeit, allein aus der Festigkeit oder der Festigkeitserniedrigung nach der Behandlung mit Quecksilbernitrat auf die Gefahr des Aufreißens zu schließen.

praktische Bedeutung. Man wäre auf Grund der Arbeiten von MOORE und BECKINSALE geneigt gewesen, manche Betriebserfahrungen, die dasselbe ergeben hatten, auf Versuchsfehler zurückzuführen, die im Betriebe oft schwer zu vermeiden sind. Jetzt weiß man, daß sie richtig sein können. Die Beseitigung der Gefahr des Aufreißens muß in solchen Fällen durch andere Maßnahmen, wie durch Veränderung des Materials oder des Arbeitsganges, angestrebt werden.

Andererseits genügt nach milder formgebender Beanspruchung oft eine Erhitzung auf erheblich niedrigere Temperaturen, als die von MOORE und BECKINSALE angegebenen. Die deutlich zutage tretende Regel, daß die Aufreißgefahr allgemein bei um so höheren Temperaturen verschwindet, je größer sie ursprünglich gewesen ist, steht in deutlichem Zusammenhang mit dem Resultat 3 der Versuche von MOORE und BECKINSALE über Biegespannung, das für ihre Temperaturabhängigkeit dasselbe aussagt. In Fig. 4 sind die Resultate der Biegespannungsmessungen des Verfassers angeführt. Die elastische Dehnung, berechnet nach Gl. (1) S. 3, die ein Maß der Spannung ist, ist in Abhängigkeit von der gesamten Biegedehmung aufgetragen, die bei den Versuchen die Elastizitätsgrenze merklich überstieg. Man sieht, daß auch nach Erhitzung auf höhere Temperaturen die Unterschiede in den elastischen Dehnungen und Spannungen bestehen bleiben. In Fig. 5 ist die Abhängigkeit der elastischen Dehnungen von der Temperatur der vorangegangenen Erhitzung aufgetragen. Man sieht, daß sie mit der Erhitzungstemperatur etwa linear abfallen und bereits nach einer Erhitzung auf 50° merklich geringer werden. Es scheint in dieser Beziehung ein auffallender Gegensatz gegenüber den Beobachtungen der Aufreißzeiten, Tabelle 2, zu bestehen. Meistens steigen die zum Aufreißen in Quecksilbernitrat notwendigen Zeiten bei einer Erhitzung auf 180° noch nicht merklich.

Um diesen Widerspruch aufzuklären, wurden die Aufreißzeiten nach Erhitzung auf verschiedene Temperaturen an auf Biegung beanspruchten Bändern, an denen vorher die Spannungen gemessen worden waren, untersucht (Tabelle III). Statt der Dehnungen sind hier die Krümmungsradien der Ringe, um welche die Bänder gebogen wurden, aufgetragen. Mit abnehmendem Radius nehmen die Spannungen zu. Man sieht: Wenn die Aufreißzeit von Anfang an verhältnismäßig groß gewesen ist (15 Min.), steigt sie nach der Erhitzung auf 100° erheblich an, entsprechend dem Rückgang der Spannungen. Ist sie jedoch in der Größenordnung von 1–2 Minuten gewesen, so steigt sie erst etwa bei 200° an. Andeutungen dieses Zusammenhanges finden sich auch in Tabelle II. Er wäre noch deutlicher zutage getreten, wenn man auch dort Erhitzungen auf niedrige Temperaturen vorgenommen hätte.

Die Ursache ist klar. Das Aufreißen in Quecksilbernitrat besteht aus mehreren Teilvorgängen.

Tabelle III.  
Spannung und Aufreißen von gebogenen Messingbändern.

Walzgrad	Härte	Radius des Ringes	Aufreißzeiten nach Erhitzung auf						
			0°	100°	175°	200°	225°	250°	275°
von 1,0 auf 0,5	142	37,25	17 Std.	—	—	—	—	—	—
		25	24 Std.	—	—	—	—	—	—
		20	24 Min.	40 Std.	—	—	—	—	—
		15	22 Min.	40 Min.	—	—	—	—	—
von 0,75 auf 0,5	128	85	24 Min.	20 Std.	—	—	—	—	—
		37,25	1 1/2 Min.	1 1/4 Min.	8 Min.	8 Std.	20 Std.	—	—
		25	1 3/4 Min.	1 1/2 Min.	5 Min.	17 Std.	17 Std.	—	—
		20	1 1/2 Min.	1 1/2 Min.	3 1/2 Min.	10 Min.	17 Std.	—	—
		15	1 Min.	1 1/2 Min.	3 Min.	8 Min.	20 Min.	24 Std.	—
von 0,65 auf 0,5	108	85	1 1/2 Min.	30 Min.	—	—	—	—	—
		37,25	3/4 Min.	1 Min.	3 1/2 Min.	4 Min.	10 Min.	—	—
		25	1 Min.	3/4 Min.	1 1/2 Min.	4 Min.	10 Min.	—	—
		20	3/4 Min.	1 Min.	1 1/4 Min.	2 1/2 Min.	3 Min.	20 Std.	—
		15	1 Min.	1 Min.	1 1/4 Min.	2 1/2 Min.	3 Min.	3 Std.	—
von 0,27 auf 0,2	105	50	1 1/2 Std.	4 Tage	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	1 1/4 Std.	—

Zuerst wird das Quecksilber auf das Messing niedergeschlagen, dann dringt es in das Messing ein, und schließlich setzt das Aufreißen ein. Die ersteren Vorgänge, die mit dem eigentlichen Aufreißen noch nichts zu tun haben, beanspruchen eine gewisse Zeit, die in der Größenordnung von 1 Minute zu liegen scheint. Vollzieht sich das Aufreißen selbst sehr schnell, so gelangt in der Hauptsache die Zeitdauer der vorangegangenen Prozesse zur Beobachtung. Hieraus folgt, daß bei Aufreißzeiten innerhalb 1–2 Minuten aus diesen keine Schlüsse auf den inneren Zustand des Messings, auch nicht auf die inneren Spannungen gemacht werden können. Erst von etwa 5 Minuten aufwärts zeigen die Aufreißzeiten in ihrer Abhängigkeit von der Erhitzungstemperatur einen deutlichen umgekehrten Parallelismus mit den inneren Spannungen.

Der Rückgang der Aufreißgefahr bei tieferen Temperaturen ist MOORE und BECKINSALE wahr-

scheinlich darum entgangen, weil die Aufreißzeiten in den von ihnen benutzten Schalen wegen hoher Spannungen zu geringe waren.

In Tabelle III sieht man ferner deutlich den oben erwähnten Zusammenhang der Aufreißgefahr mit dem Walzgrad und der Größe der Biegespannungen. Die auffallende Tatsache, daß die Aufreißgefahr bei mäßigen Walzgraden ein Maximum hat und dann wieder zurückgeht, erklärt sich folgendermaßen: MOORE und BECKINSALE haben nachgewiesen, daß das Aufreißen des Messings stets längs der Korngrenzen des Krystalls erfolgt. Durch fortschreitendes Kaltrecken wird die Struktur immer verworrener, und es ist sehr wahrscheinlich, daß dadurch das Eindringen des Quecksilbers längs der Korngrenzen erschwert wird. In diesem Sinne wirkt die Kaltreckung des Bleches dem Aufreißen entgegen. Andererseits steigen mit der Kaltreckung die das Aufreißen

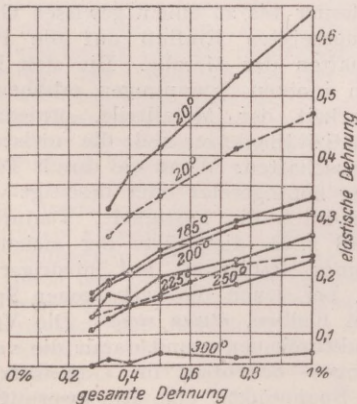


Fig. 4. Abhängigkeit der elastischen von den gesamten Dehnungen für verschiedene Temperaturen.

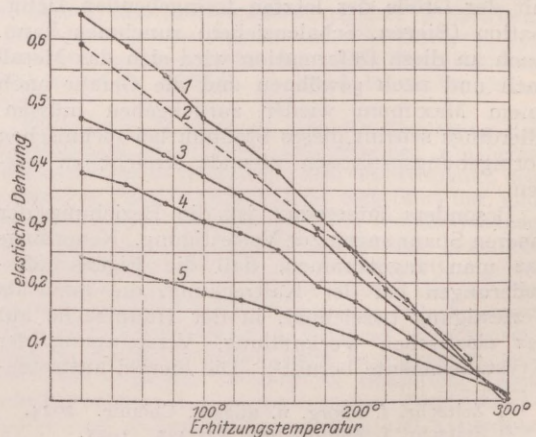


Fig. 5. Abhängigkeit der elastischen Dehnungen von der Temperatur. Kurve 2 ist einer andern Versuchsreihe entnommen.

ermöglichenden inneren Spannungen. Die Wechselwirkung beider Faktoren führt zu dem beobachteten Maximum der Aufreißgefahr.

### 3. Innere Spannungen, Kaltreckung und Verfestigung.

Um das Aufreißen herbeizuführen, ist es nicht nötig, das bereits vorgereckte (gewalzte) Blech noch einer besonderen Formgebung zu unterziehen. Der Kaltreckungsvorgang selbst erzeugt die Gefahr des Aufreißen, wie in der Technik allgemein bekannt ist. Auch für den Kaltreckungsvorgang selbst gilt das Gesetz, daß bei mittleren Reckungsbeträgen die Gefahr des Aufreißen am größten ist. GEISS und v. LIEMPT haben beobachtet, daß sie beim Walzgrade von 22% liegt<sup>1)</sup>.

Immerhin besteht zwischen der Kaltreckungsdeformation und der Formgebung ein wesentlicher Unterschied. Ein um 40% gewalztes Messing reißt nicht mehr auf, weil das Maximum der Aufreißgefahr bereits überschritten ist. Durch weiteres Walzen wird die Aufreißgefahr immer geringer. Es genügt aber, das um 40% gewalzte Messing zu biegen oder schalenförmig auszuziehen, um wieder das Aufreißen zu ermöglichen. Die beiden Deformationen sind nicht *äquivalent*. Offenbar tritt während eines wiederholten Kaltreckungsvorganges eine Gewöhnung des Materials an diesem ein, die sich in der bekannten Deformations- (z. B. Faser-) Struktur und darin äußert, daß die inneren Spannungen hierbei nur langsam wachsen. Wird es jedoch einer andersgearteten sekundären Deformation ausgesetzt, so steigen die Spannungen viel erheblicher an, so daß das Aufreißen wieder möglich wird. Bei der Untersuchung der Rekristallisation hat der Verfasser bereits auf die spezifische Wechselwirkung zweier verschiedenartiger Deformationen (der primären und der sekundären) hingewiesen<sup>2)</sup>. Aufreißen von Messing ist ein anderer Fall, in dem diese spezifische Wechselwirkung hervortritt.

Im Zusammenhang damit muß man auch annehmen, daß die Aufreißgefahr nicht unbegrenzt mit der Größe der letzten formgebenden Deformation (Biegen, Schalenziehen) zunehmen kann. Auch an diese Deformation wird sich das Metall nach und nach gewöhnen und die Gefahr nach einem Maximum wieder zurückgehen müssen. Allerdings scheint dieses Stadium bei technischen Formgebungsprozessen niemals erreicht zu werden.

Besonders interessant ist die Beziehung der inneren Spannungen zur Verfestigung. Neuerdings hat man angenommen, daß die Eigenschaftsänderungen bei der Kaltreckung, die man als Verfestigung bezeichnet, in der Hauptsache auf der elastischen Verknüpfung, Verspannung der Kristallelemente beruht<sup>3)</sup>. Die hierbei auftretenden,

von HEYN als „verborgen elastische“ bezeichneten Spannungen sind außerordentlich hoch. Man weiß nun, daß die Verfestigung, und damit also die verborgenen Spannungen, beim 65er Messing erst oberhalb 250° durch Rekristallisation zurückgehen, während die „inneren“ Spannungen im gewöhnlichen Sinne, wie sie durch die makroskopischen Methoden der Formänderung oder des Aufreißen gemessen werden, wie wir gesehen haben, bereits bei 50° sinken und etwa bei den Temperaturen der beginnenden Rekristallisation sehr klein werden.

Wie ist dieser Gegensatz zu erklären?

Zunächst sind die verborgenen Spannungen mikroskopisch fein verteilt, während die „inneren“ Spannungen makroskopische Gebiete umfassen. Die starken Krümmungen (Knüllungen) der verfestigten Kristallelemente machen es rein geometrisch unmöglich, daß die einzelnen gespannten Fasern makroskopisch groß werden. Im Makroskopischen ergibt sich hierbei immer nur ein statistischer Durchschnittswert der Spannungen. Die *Auslösung* der verborgenen Spannungen ist aus rein geometrischen Gründen unmöglich oder stark erschwert. Die Elemente sind gegeneinander derartig verschoben, daß die Gleitung beinahe unmöglich wird. Ehe die Reibung infolge der Temperaturerhöhung so weit erniedrigt wird, daß ein Abgleiten der verspannten Elemente eintreten kann, wird die Rekristallisationsgrenze erreicht, und das Metall befreit sich von den verborgenen Spannungen, von der *Verfestigung* durch eine Neuordnung des Kristallgefüges, durch *Rekristallisation*. Demgegenüber sind die Begrenzungen der makroskopischen Elementarfasern der inneren Spannungen viel ebener, und schon aus diesem Grunde vollzieht sich der Spannungsausgleich sehr viel leichter. Hierbei werden einfach diejenigen inneren Verschiebungen der Teile eines Metalles, die die Spannungen erzeugt haben, rückgängig gemacht, soweit es zu ihrer Beseitigung nötig ist.

Die mikroskopischen „inneren“ und die makroskopischen „verborgenen“ Spannungen haben ferner bis zu einem gewissen Grade einen entgegengesetzten Einfluß auf die Festigkeitseigenschaften der Metalle. Die sich leicht auslösenden inneren Spannungen erhöhen die Verschiebbarkeit der Metallteile, erniedrigen also die Elastizitätsgrenze und die meisten Festigkeitseigenschaften. Wenn sie durch Temperaturerhöhung herabgesetzt oder beseitigt werden, so steigt dadurch die Festigkeit. Dadurch erklärt sich, daß z. B. die Härte der meisten Metalle nach einer Erhitzung auf niedrigere Temperaturen, bei denen die verborgenen Spannungen bestehen bleiben, *etwas steigt*. Die Verknüpfung der Strukturelemente und damit die verborgenen Spannungen bedeuten im Gegensatz zu den inneren Spannungen eine Erschwerung der Verschiebung der Teilchen gegeneinander und damit eine Verfestigung.

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chem. 1924.

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. Metallkunde 13, 425. 1921.

<sup>3)</sup> MASING und POLANYI, Kaltreckung und Verfestigung. Ergebn. d. exakt. Naturwissenschaften 2, 177. 1923.

Die verborgenen Spannungen sind durch die *Geometrie* der verspannten Elemente gegeben und lassen sich aus ihrer Gestalt (und Orientierung) also prinzipiell *am Gefüge ablesen*. Die inneren Spannungen lassen sich dahingegen geometrisch in keiner Weise erkennen und ergeben sich bloß aus der vorangegangenen *Verschiebung* innerhalb des Metalles oder aus einer *nachfolgenden Ver-*

*schiebung bei ihrer Auslösung*, woraus man sie berechnen kann<sup>1)</sup>.

Man sieht, daß dieses zunächst rein praktische Problem des Aufreißen von Messing über die inneren Spannungen zu der Theorie der Kaltreckung und Verfestigung hinüberleitet.

<sup>1)</sup> HEYN und BAUER, Int. Zeitschr. f. Metallographie I, 811. 1911.

## Neuere pflanzensoziologische Literatur.

### Sammelbericht.

VON WALTHER WANGERIN, Danzig-Langfuhr.

Die Krisis in der Pflanzensoziologie, die, wie in einem früheren Sammelbericht<sup>1)</sup> zu diesem Gegenstande näher ausgeführt wurde, durch ein Ringen um Klärung der theoretischen und methodologischen Grundlagen, um eine sachlich wohlbegründete und logisch widerspruchsfreie Fixierung der Grundbegriffe und um den Ausbau einer zweckentsprechenden Terminologie sich kennzeichnet, kann immer noch nicht als endgültig überwunden gelten. Äußerlich gesehen, erweckt das aus der neueren einschlägigen Literatur sich ergebende Bild zunächst eher den Eindruck einer fortschreitenden inneren Konsolidierung der einzelnen Richtungen, die vielfach in grundsätzlichen Fragen stark voneinander abweichenden Anschauungen huldigen, als den des Ausbaues einer einheitlichen Basis, auf der sich diese verschiedenen Richtungen zusammenfinden könnten. Auf der anderen Seite ist aber doch nicht zu verkennen, daß die kritische Erörterung der grundlegenden Prinzipien manche neuen Gesichtspunkte eröffnet und nicht unwesentliche Fortschritte in der Klärung zweifelhafter und strittiger Punkte gebracht hat und auf diese Weise manche Elemente in sich birgt, die als Bausteine für die Schaffung einer einheitlichen Grundauffassung wohl geeignet erscheinen, wobei eine wesentliche Voraussetzung für die Erreichung dieses Zieles allerdings darin liegen dürfte, daß nicht seitens einzelner „Schulen“ ein starres, doktrinäres Festhalten an einseitigen Prinzipien getrieben wird.

Naturgemäß nimmt die Erörterung des Assoziationsbegriffes, der ja, wenn auch nicht ausschließlich, so doch in vielfacher Hinsicht als der eigentliche Kern- und Brennpunkt in der Diskussion über die Grundlagen der Pflanzensoziologie bezeichnet werden kann, nach wie vor einen breiten Raum ein. Als bemerkenswert ist hier zunächst die Tatsache zu verzeichnen, daß BRAUN-BLANQUET und PAVILLARD, die sich in ihren Ansichten ja allerdings schon ziemlich nahe standen, sich endgültig zusammengeschlossen haben und in ihrem „Vocabulaire de sociologie végétale“ eine durch Übersichtlichkeit und Klarheit in gleicher Weise ausgezeichnete zusammenfassende Darstellung ihrer Ansichten geben. Darin wird, im Anschluß an BRAUN-BLANQUETS frühere Formulierung, die Assoziation definiert als grundlegende Gesellschaftseinheit, die in erster Linie durch den Besitz von ihr ausschließlich oder vorzugsweise eigenen Charakterarten ausgezeichnet ist. Hinsichtlich der Bedeutung der letzteren scheint sich allerdings eine gewisse Wandlung der Auffassung anzubahnen. Ursprünglich sollten sie vermöge ihrer Spezialisierung den vollkommensten Ausdruck der gegebenen ökologischen Bedingungen dar-

stellen, und in diesem Sinne werden sie zum Teil auch noch von SCHERRER interpretiert, während PAVILLARD (II, S. 21–22) diese Auffassung nur noch als in einzelnen Ausnahmefällen zutreffend bezeichnet und im übrigen nur den diagnostischen Wert der Charakterarten betont und in ihrem möglichst vollzähligen Vorhandensein ein Kriterium für die optimale Entwicklung der Assoziation erblickt. Gegenüber NORDHAGEN (I, S. 27), der die Aufnahme der Charakterarten in den Assoziationsbegriff zum Teil aus ähnlichen Erwägungen heraus ablehnt, wie sie früher auch vom Ref. geltend gemacht wurden, betont SCHERRER, daß es sich hierbei um ein synthetisches und nicht um ein analytisches Merkmal handle, dessen Bedeutung deshalb den hauptsächlich mit statistischen Methoden arbeitenden Forschern leicht entgehe. Indessen wird hierdurch die Tatsache nicht beseitigt, daß es zweifellos sonst gut charakterisierte Pflanzengesellschaften gibt, die aber der Charakterarten ermangeln, und daß überdies, wie z. B. auch die Studie von RÜBEL über das *Curvuletum* erkennen läßt, die Gesellschaftstreue gewisser Arten gegenüber einer bestimmten Assoziation in verschiedenen Teilen des Verbreitungsgebietes der letzteren wechselnde Verhältnisse zeigt; solange daher noch nicht genügend Material für eine vergleichende Behandlung einzelner Pflanzengesellschaften durch größere Länderstrecken vorliegt, werden sich auch die Bedenken gegen die Verwertung der Charakterarten als grundlegender Eigenschaft der Assoziation kaum zerstreuen lassen. ALLORGE sucht jenes Dilemma durch eine Unterscheidung zwischen „associations principales“ und „associations secondaires“ je nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Charakterarten zu vermeiden; indessen dürfte eine solche Rangabstufung wohl kaum als sachlich genügend begründet gelten können.

Durch seine Auffassung von der Bedeutung der Charakterarten sucht PAVILLARD dieselben in näheren Zusammenhang zu bringen mit dem Gesichtspunkt, den er zuerst in die Pflanzensoziologie eingeführt hat, und der auch in dem „Vocabulaire“ unter den analytischen Merkmalen der Gesellschaftsorganisation besonders betont wird, nämlich mit der Berücksichtigung des dynamischen oder bedingenden Wertes der an der Zusammensetzung einer Assoziation teilnehmenden Arten (aufbauend, erhaltend, festigend, neutral, zerstörend). Es ist in der Tat nicht zu verkennen, daß durch die möglichst eindringliche Beachtung dieses Gesichtspunktes die morphologische Gesellschaftsanalyse eine wesentliche Erweiterung und Vertiefung erfährt; vor allem wird auf diese Weise der sachlich berechtigte Kern der in der englischen und besonders in der amerikanischen Pflanzensoziologie herrschenden Bestrebungen, die pflanzliche Gesellschaftslehre aus-

<sup>1)</sup> Vgl. diese Zeitschrift 10, 574ff. 1922.

schließlich auf entwicklungsgeschichtliche Basis zu stellen — Bestrebungen, die in ihrer extremen, besonders durch CLEMENTS repräsentierten Ausprägung wohl kaum Aussicht haben, auf mitteleuropäischem Boden Eingang zu finden —, herausgeschält und in organischer Weise den für die mitteleuropäische Pflanzensoziologie maßgebenden Anschauungen eingefügt, so daß eine gegenseitige Durchdringung von statischer und dynamischer Vegetationsbetrachtung angebahnt wird; ferner werden auf diesem Wege, wenn auch mehr indirekt, auch die ökologischen Verhältnisse der Assoziation zu ihrer Charakteristik in nicht unbeträchtlichem Umfange herangezogen; überhaupt schieben BRAUN-BLANQUET und PAVILLARD die Ökologie keineswegs so beiseite, wie dies in dem pflanzensoziologischen System der Upsalaer Schule der Fall ist, wenn sie auf dieselbe auch nicht unmittelbar bei der Definition der grundlegenden Begriffe Bezug nehmen.

Einer der Hauptstreitpunkte zwischen den schwedischen und den Schweizer Pflanzensoziologen, dem mehr als nur formale Bedeutung innewohnt, den man in mancher Hinsicht sogar als den Angelpunkt des Gegensatzes zwischen beiden bezeichnen könnte, dreht sich um die Frage, ob die Assoziationen Produkte einer Abstraktion oder in der Natur ein für allemal gegebene Einheiten darstellen, und ob es in der Pflanzensoziologie etwas gibt, was dem einzelnen Pflanzenindividuum entspricht, und was auch vielfach schlechtweg als pflanzensoziologisches Individuum bezeichnet worden ist. DU RIETZ bekämpft die Anschauung von der Existenz eines solchen wiederholt mit großer Schärfe; für ihn sind die Assoziationen in der Natur ohne weiteres gegebene Einheiten, Realitäten, die völlig objektiv in der Natur bestimmbar sind. Demgegenüber führt NORDHAGEN (I, S. 15—18) den, man kann wohl sagen unwiderleglichen Nachweis, daß die zuerst von SCHRÖTER eingeführte, seither für die mitteleuropäische Pflanzensoziologie maßgebend geliebte und auch in ihrer letzten Zusammenstellung noch wieder von BRAUN-BLANQUET und PAVILLARD betonte Unterscheidung zwischen den in der Natur gegebenen und oft mit mancherlei individuellen Zügen mehr oder weniger behafteten Einzelbeständen und dem daraus durch generalisierende Abstraktion abgeleiteten Bestandestypus — für diesen wurde später die Bezeichnung Assoziation gebräuchlich, N. spricht statt dessen von Assoziationstypus oder Soziotypus — logisch völlig unanfechtbar ist und allein sowohl den in den natürlichen Erscheinungen gegebenen Verhältnissen wie dem von der Forschung einzuschlagenden und auch von jeher eingeschlagenen Wege entspricht. Ja, N. findet sogar, daß sich die neueren schwedischen Arbeiten in diesem Punkte einer gewissen Inkonsistenz schuldig machen, indem zwar von Flecken einer Assoziation und ihrer Verschiedenheit (so z. B. auch neuerdings noch OSVALD, S. 42), von einer Unterscheidung zwischen lokalen und generellen Konstanten u. dgl. die Rede ist, jener Gedankengang aber, der hierin implizite tatsächlich enthalten ist, abgelehnt wird. Die Erwiderung, die DU RIETZ (I, S. 244—246) auf diese Kritik gegeben hat, macht einen etwas schwächlichen Eindruck; auch die von ihm bereits früher mehrfach herangezogene, in dieser Arbeit durchgeführte weitgehende Analogisierung des Art- und Assoziationsbegriffes — wobei er die Arten als wirklich in der Natur existierende Einheiten, als Komplexe voneinander nahestehenden Genotypen, die gegen andere Genotypenkomplexe natürlich abgegrenzt sind, bezeichnet und ihnen die Assoziationen als einen Komplex von in der Natur besonders oft wiederkehrenden, durch

einen gemeinsamen Grundstock von Konstanten ausgezeichneten und gegen andere Komplexe scharf abgegrenzten Artenkombinationen an die Seite stellt — vermag wenig zu befriedigen. Auch NORDHAGEN hat übrigens gegen die Du Rietzsche Lehre von der Assoziation als einer festen „vitalen“ Artenkombination triftige Einwände geltend gemacht und dabei u. a. auch auf den Widerspruch hingewiesen, der darin liegt, wenn DU RIETZ auf der einen Seite die ökologischen Gesichtspunkte als angeblich reine Hypothesen aus der Pflanzensoziologie schärfstens eliminiert wissen will und auf der anderen Seite bei diesen Deduktionen eine ganz gewiß nicht hypothesenfreie Anleihe bei Vorstellungen der neueren Vererbungslehre macht. In seiner zweiten, rein theoretischen Abhandlung beschäftigt sich N. vor allem mit dem Konstanzbegriff und dem Minimiarealproblem der Upsalaer Pflanzensoziologen. Er zeigt hier, gestützt auf von den letzteren selbst mitgeteiltes statistisches Zahlenmaterial, daß die sog. Konstitutions- oder Konstanzkurve nur ein Ausdruck für die Homogenität ist, und daß man für eine beliebige homogene Pflanzendecke in der Natur dieselbe Kurve erhält, wenn dieselbe nur eine so große Fläche bedeckt, daß man eine statistische Untersuchung mit genügend großen Probeflächen vornehmen kann, und ferner ergibt sich, daß der Begriff Minimiareal nur auf die Verteilung der einzelnen Arten anwendbar ist, nicht aber zur Charakteristik der Assoziation dienen kann, indem zwischen den sog. akzessorischen und den konstanten Arten nur ein praktischer Unterschied, aber keine scharfe theoretische oder mathematisch-statistische Grenze besteht. Eine Antwort von DU RIETZ auf diese Ausführungen, durch die offenbar die Grundlagen seines Assoziationsbegriffes erschüttert werden, liegt bisher nicht vor; in der oben bereits angeführten Arbeit begnügt er sich damit, den Ausdruck Homogenitätskurve statt Konstanzkurve zu übernehmen, ohne im übrigen auf den Kern der Sache näher einzugehen. NORDHAGEN selbst nimmt gewissermaßen eine vermittelnde Stellung zwischen den Ansichten der schwedischen und der Schweizer Pflanzensoziologen ein, indem er mit ersteren an der Überzeugung von der grundlegenden Bedeutung der sog. exakten statistischen Untersuchung von bestimmt begrenzten Probeflächen — er selbst bedient sich dabei RAUNKIAERS kombinierter Schätzungs- und Stichprobenmethode unter Zugrundelegung einer Probeflächengröße von 0,25 qm — festhält, mit letzteren wiederum nicht bloß in dem oben erörterten grundlegenden Punkte, sondern z. B. auch in der Anerkennung der ökologischen Verhältnisse als der maßgebenden Ursache für die zu beobachtende soziologische Übereinstimmung konform geht. Für die Umgrenzung der soziologischen Typen will auch er der Ökologie keinen Einfluß einräumen; seinen Soziotypus definiert er folgendermaßen: „Einzelbestände mit denselben Konstanten in ähnlichem Mengenverhältnis werden als Repräsentanten desselben Soziotypus betrachtet.“ Auch in dieser Definition spiegelt sich das Abhängigkeitsverhältnis wider, in dem jeder Forscher mit seinen Auffassungen zu den in seinem Untersuchungsgebiet gegebenen Verhältnissen steht; für mitteleuropäische Verhältnisse mit ihrer artenreicheren und reicher gegliederten Vegetation dürfte dieselbe sich als wesentlich zu eng erweisen, hier drängt sich die schon im vorigen Bericht betonte Notwendigkeit, die grundlegende Einheit nicht mit der kleinsten überhaupt vorkommenden gleichzusetzen, unvermeidlich auf. Es soll hiermit selbstverständlich nicht eine grundsätzliche Verschiedenheit im Bau der zentralen europäischen von der



skandinavischen Vegetation behauptet werden, und wenn DU RIETZ (II, S. 1-4) eine solche Annahme, die er bei seinen Kritikern als vorhanden voraussetzt, ausdrücklich glaubt bekämpfen zu müssen, so liegt wohl ein gewisses Mißverständnis vor; wohl aber dürfte es keinem Zweifel unterliegen, daß für die mitteleuropäischen Pflanzengesellschaften andere Maßstäbe erforderlich sind als für die nordischen. Der Konstantenbegriff NORDHAGENS deckt sich wohl im wesentlichen mit dem der Schweizer Pflanzensoziologen oder steht diesem doch jedenfalls näher als dem, was die Upsalaer Forscher Konstanten nennen. Die Ausführungen, mit denen DU RIETZ (II, S. 29-35) zu beweisen sucht, daß die schwedischen Untersuchungen gerade auf das abzielten, was BROCKMANN-JEROSCH, RÜBEL usw. unter Konstanz verstehen und nicht, wie BRAUN-BLANQUET gegen sie einwandte, sich auf ein Mittelding zwischen Konstanz und Frequenz beziehen, vermag Ref. nicht als stichhaltig anzuerkennen; das ergibt sich schon aus der verschiedenen Stellungnahme zu der Frage nach der Existenz pflanzensoziologischer Individuen, die gerade in diesem Zusammenhang grundsätzliche Bedeutung besitzt, und wird weiter noch durch die Darlegungen NORDHAGENS über das Verhältnis von Konstanz und Frequenz bei den schwedischen Autoren bekräftigt. Letzterer steht übrigens hinsichtlich der Frage der Begrenzung der Vegetationseinheiten auf keinem engherzigen Standpunkt, sondern er räumt ein (II, S. 45), daß hierbei praktischen Rücksichten und subjektiven Auffassungen ein ziemlich weiter Spielraum verbleibe. In der Tat wird ja, je reicher gegliedert die Vegetation sich darstellt, das Bedürfnis, von Verschiedenheiten minderer Ordnung bei der Aufstellung der grundlegenden Einheiten abzusehen, sich in steigendem Maße geltend machen, womit natürlich nicht gesagt sein soll, daß solche Verschiedenheiten von der Forschung überhaupt zu vernachlässigen seien; wenn z. B. OSVALD in seiner Monographie des Hochmoores Komosse nicht weniger als 164 verschiedene Assoziationen aufführt, so ist es schwer, sich dem Eindruck zu entziehen, daß hier eine zu weitgehende Zersplitterung getrieben worden ist. Hier dürfte vielleicht der von DRUDE geprägte, seither aber ziemlich aus der Übung gekommene Begriff der Elementarassoziation bei schärferer Fassung berufen sein, eine vermittelnde Rolle zu übernehmen.

Es ist übrigens nicht uninteressant, in diesem Zusammenhang die Osvaldsche Monographie, die ja sozusagen zum ersten Male das Exempel auf die bis dahin mehr in theoretisch gerichteten Abhandlungen niedergelegten Prinzipien der Upsalaer Schule macht, etwa z. B. mit der Vegetationsmonographie des Lauterbrunnens-Tales von LÜDI zu vergleichen; erst an der Hand ihrer praktischen Auswirkungen läßt sich ja vielfach ein endgültiges Urteil über den Wert der zugrundegelegten Prinzipien gewinnen, und Ref. vermag bei aller Anerkennung, die er der Osvaldschen Arbeit sonst zollt, nicht zu finden, daß dieser Vergleich zugunsten der Upsalaer Doktrin ausfällt. Gerade die Lüdische Arbeit zeigt auch wieder auf das deutlichste, daß neben der floristischen auch stets eine ökologische Kennzeichnung der Assoziationen einhergehen muß, um ihr eigentliches Wesen zu erfassen. Es ist ja allerdings nur eine konsequente Verfolgung der Upsalaer Grundsätze, wenn O. auf eine solche verzichtet; minder konsequent ist es vielleicht, wenn bei der Darstellung der Assoziationskomplexe sukzessionistische Gesichtspunkte herangezogen werden, da das im Grunde genommen ja auch wieder eine Hereintragung

hypothetischer Elemente in die „streng induktive“ Pflanzensoziologie bedeutet.

Auch die Antwort auf die Frage nach der Bewertung der statistischen Methoden scheint bis zu einem gewissen Grade von den Verhältnissen des Untersuchungsgebietes abhängig zu sein. Fast alle skandinavischen Forscher, außer den genannten z. B. noch ARRHENIUS, der die zahlreichen Methoden dieser Art noch um eine neue, nach seinen Angaben durch besonders leichte praktische Ausführbarkeit ausgezeichnete vermehrt hat, erblicken in ihrer Anwendung eine *conditio sine qua non* zur Erlangung einwandfreier Resultate, während die mitteleuropäische Pflanzensoziologie im allgemeinen einer so hohen Einschätzung sich durchaus abgeneigt zeigt. Daß letzteres nicht bloß auf einer gewissen Rückständigkeit beruht, wie DU RIETZ anzunehmen geneigt ist, ergibt sich aus der Erwägung, daß als entscheidendes Kriterium offenbar dies gelten muß, in welchem Umfange mit den Mitteln der Statistik überhaupt eine Lösung der pflanzensoziologischen Probleme Erfolg verspricht, und ob ferner das aus der statistischen Aufnahme einer Anzahl von begrenzten Probestellen gewonnene Bild wirklich als für die untersuchte Assoziation vollständig und typisch gelten kann. Letzteres aber wird bei relativer Einförmigkeit über große Flächen offenbar eher der Fall sein als bei größerem Artenreichtum und reicherer Gliederung. SCHERRER, der sich für seine Untersuchungen das Problem der Klärung der Vor- und Nachteile der Quadratmethoden einerseits und der Schätzungsmethode andererseits auf exakter Basis gestellt hat, kommt zu dem Schluß, daß die ersteren zwar gewisse Vorzüge besitzen, indem sie zu genauer Aufnahme zwingen, die Variabilität in der Zusammensetzung kleiner Flächen des Lokalbestandes aufzeigen und einen Schluß auf die floristische Homogenität der Assoziationsindividuen zulassen, daß diesen Vorzügen aber auch schwerwiegende Nachteile gegenüberstehen, die nicht bloß in dem im Vergleich zu den Resultaten oft allzu großen Zeitaufwand, sondern auch darin bestehen, daß sie nur ein unvollständiges Bild von der Gesamtartenzahl liefern, die synthetischen Konstanten nicht zu erfassen vermögen und von der ökologischen und genetischen Betrachtung der Assoziation ablenken. Auch RUOFF geht, allerdings nur im Rahmen einer engeren Problemstellung, auf diese methodologischen Fragen ein; ihr war es vor allem um eine Nachprüfung der Raunkiaerschen Valenzmethode zu tun, wobei sie findet, daß diese von einer physiognomischen Charakteristik einer Assoziation nicht geeignet ist, während sie selbst für die Abschätzung des Bedeckungsgrades sich, um vergleichbare Zahlen zu erhalten, einer Rahmenfläche von  $\frac{1}{25}$  qm Größe bedient. Von allgemeineren Gesichtspunkten aus erörtert PAVILLARD (II) diese Fragen; er findet nach den bisherigen Ergebnissen die Bilanz für die statistische Methode recht mager und ist der auch vom Ref. schon in seinem vorigen Bericht zum Ausdruck gebrachten Überzeugung, daß sie zum Eindringen in das eigentliche Wesen der pflanzensoziologischen Probleme untauglich sei. Sein Ausspruch (I, S. 10): „Il y a de la vie et la vie est exclue de vos procédés et de vos calculs“ trifft sicherlich den Kernpunkt der Sache, wenn man sich auch für manche Einzelfragen in dem von SCHERRER, RUOFF u. a. angedeuteten Sinne der Statistik zuweilen mit Vorteil bedienen mag.

Den allgemeinen, an die Sukzession der Pflanzeneinheiten sich anknüpfenden Fragen hat FURRER eine anregende Studie gewidmet, die, wenn sie auch von den Gedankengängen der amerikanischen Forscher

stark beeinflußt ist, doch eine weitgehende Selbständigkeit der Auffassung erkennen läßt. Er bemüht sich mit Erfolg, ein System auszuarbeiten, das sich von Einseitigkeit durch allzu starke Betonung eines einzigen Gesichtspunktes frei hält und eine allseitige Rücksichtnahme auf möglichst viele, als fruchtbar befundene Gesichtspunkte anstrebt. Ein hoher Grad von Übersichtlichkeit wird dadurch erreicht, daß nur eine beschränkte Zahl von Hauptserien unterschieden wird. Diese werden in erster Linie nach dem Charakter und der Zahl der Stadien, die dabei durchlaufen werden, gegliedert; so heben sich zunächst die Einerserien heraus, die im ersten Stadium der nicht völlig geschlossenen Gesteins-, Rasen- oder Gehölzvegetation stehen bleiben, während die aus mindestens zwei Stadien bestehenden und mit geschlossener Vegetation abschließenden Serien in klimatophile und edaphophile eingeteilt werden; letztere (z. B. Auen-, Verlandungs- und Dünenserien) sind dadurch gekennzeichnet, daß auch nach Überwindung des Anfangsstadiums die Vegetation noch lange in edaphischen Zuständen verharrt und nur langsam dem klimatischen Endglied zustrebt, das bei den ersteren auf viel rascherem Wege erreicht wird. Geringfügige, durch irgendwelche besonderen Umstände herbeigeführte Abweichungen werden als Schwankungen dem System eingefügt bzw. als Endschwankungen bezeichnet, wenn sie nach Erreichung des im ganzen stabilen Endgliedes der Serie eintreten; Teilsereien dagegen liegen vor, wenn infolge eines tiefergehenden Eingriffes eine teilweise Wiederholung der Serie einsetzt, und endlich werden noch Varianten unterschieden in Fällen, wo sich das Bedürfnis nach einer Gliederung in kleinere, den Hauptserien jedoch nicht gleichwertige Einheiten geltend macht. Zu diesen letzteren rechnet F. neben den Höhen-, Gebiets- und Bodenvarianten auch die durch kulturelle Eingriffe unmittelbar oder mittelbar hervorgerufenen Wandlungen. Abgesehen von der Ausschaltung der erdgeschichtlichen Sukzessionen und der Aufgabe der Unterscheidung zwischen Klimax- und Endstadium liegt in dieser Ablehnung der sonst meist gebräuchlichen Trennung von primären und sekundären Sukzessionen, wobei letztere die anthropogenen umfassen, einer der Hauptunterschiede des Furrerschen gegenüber den meisten früheren Systemen; zur Begründung dieses Vorgehens betont F., daß der Eingriff des Menschen in den natürlichen Werdegang zwar Stillstände, Hemmungen und Ablenkungen, bisweilen auch plötzliche Rückschläge bewirkt, daß aber die Triebkräfte der natürlichen Sukzessionen tätig bleiben und die Wiederherstellung des natürlichen Zustandes anstreben, so daß die sekundären Sukzessionen gewissermaßen nur Spezialfälle der primären darstellen. Freilich bleibt damit die Möglichkeit einer so weitgehenden Änderung der natürlichen Verhältnisse unberücksichtigt, daß auch nach Aufhören der menschlichen Einwirkung die Sukzession wesentlich abgeänderte Bahnen einzuschlagen genötigt ist. Die zur Erläuterung seines Systems herangezogenen Beispiele entnimmt F. der Pflanzendecke der Schweiz, die ja so vielgestaltig ist, daß sie fast alle wichtigen Sukzessionserscheinungen der gemäßigten und kalten Zone aufweist. So dürfte F.s im großen und ganzen recht ansprechendes System geeignet sein, auch neue Sukzessionsbeobachtungen aufzunehmen, ohne wesentliche Umgestaltungen erforderlich zu machen. Daß gewisse Nachteile und Unbequemlichkeiten mit jeder Systembildung verbunden sind, muß als unvermeidlich hingenommen werden, doch vermag Ref. gegenüber jeder allzu starken Betonung sukzessio-

nistischer Gedanken die auch von DU RIETZ (I., 22—29) in ähnlichem Sinne erörterte Frage nicht zu unterdrücken, ob, von bestimmten Standortstypen abgesehen, die Umwandlung der Assoziationen tatsächlich eine so große Bedeutung besitzt oder ob nicht vielmehr die Hauptmasse der heutigen Vegetation sich in einem ziemlich stabilen Gleichgewichtszustand befindet. Solange indessen nicht, wie es bei CLEMENTS und, wenn schon in gemilderter Form, auch bei TANSLEY geschieht, die Sukzessionslehre zum Angelpunkt des ganzen Aufbaues der Pflanzensoziologie gemacht, sondern mehr als ein Kapitel für sich behandelt bzw. nur im Pavillardischen Sinne — das dynamische Verhalten der Arten ist ja nicht nur für die Analyse von Sukzessionen, sondern auch für stabile Pflanzengesellschaften wichtig — verwertet wird, wird durch jene Frage naturgemäß der Verdienstlichkeit solcher wohldurchdachten Entwürfe wie des Furrerschen kein Abbruch getan.

Aus der Zahl der die Ökologie der Pflanzenvereine behandelnden Arbeiten sei vor allem auf diejenige von YAPP hingewiesen, der das Standortproblem in seinem ganzen Umfange objektiv erörtert. Er findet, daß es wohl berechtigt ist, in den Standortsbegriff auch die ökologischen Faktoren als dasjenige, was dem Standort erst seine eigentliche Bedeutung verleiht, mit einzubeziehen, und daß innerhalb des gemeinsamen Standortes einer Assoziation eine Einförmigkeit der Lebensbedingungen zwar nicht im Sinne eines durchaus homogenen Gewebes, wohl aber im Sinne entweder einer Ähnlichkeit der Lebensbedingungen in entsprechenden Teilen oder des Vorherrschens eines besonderen Faktorenkomplexes als gegeben angesehen werden kann; an einer brauchbaren Klassifikation der Standorte, für die Y. auch nur einige allgemeine Richtlinien aufstellt, fehlt es bisher; für eine Einteilung der Assoziationen können sie also schon aus diesem Grunde nicht in Betracht kommen. Groß ist naturgemäß die Zahl der Arbeiten, die sich mit der Ökologie einzelner Pflanzengesellschaften oder Erdgebiete befassen; auf sie kann indessen hier nicht näher eingegangen werden, und es genüge deshalb, z. B. auf die hübsche Studie von MARKGRAF hinzuweisen.

Zu den Fragen der Gesellschaftssystematik endlich äußert sich PAVILLARD (I, S. 15—26, kurz zusammengefaßt auch bei BRAUN-BLANQUET und PAVILLARD, S. 7—9) in dem Sinne, daß die Assoziationen nach ihrer floristisch-soziologischen Verwandtschaft zu Assoziationsgruppen zusammengefaßt werden sollten, wobei als höchste Rangstufe das pflanzengeographische Element als Inbegriff aller für eine natürliche Region bezeichnenden Gruppen erscheint. Ein nach diesen Gesichtspunkten durchgeführtes System liegt bisher nicht vor; es ist aber ohne weiteres klar, daß ein solches nur für einzelne in sich abgeschlossene Gebiete und auch hier nur unter der Voraussetzung genügender Einheitlichkeit und Ausgeglichenheit des Florenbestandes geeignet ist, und so ist es wohl kein bloßer Zufall, wenn von BRAUN-BLANQUET in diesem Zusammenhange gerade das Mediterrangebiet als Beispiel genannt wird. Im allgemeinen — insbesondere auch, wenn es sich um einen Überblick über die Vegetation der ganzen Erde handelt — wird sich wohl, wie auch DU RIETZ (II, S. 38—39) bemerkt, die Gruppierung der Assoziationen zu Formationen als die allein mögliche erweisen, auch wenn man mit PAVILLARD der Ansicht ist, daß der Formationsbegriff an sich keine dem Assoziationsbegriff übergeordnete Einheit bedeutet, sondern daß die Formation zur Assoziation sich etwa verhält wie die Lebensform zur Art. Einen anderen Weg versucht E. SCHMID zu gehen. Seine grundlegende, im Anschluß

an K. MÖBIUS (1877) gewählte Einheit ist die Biocoenose als Zusammenfassung jener nur von der äußeren, unbelebten Umwelt abhängigen, relativ stabilen Lebensgemeinschaften, deren Glieder in dem ihnen zugänglichen Teil des Lebensraumes nach ihrem Differentiationscharakter verteilt sind und ihren biologischen Gleichgewichtszustand durch Selbstregulation erhalten, ein Begriff also, der etwa einer einigermaßen kollektiv gefaßten Assoziation als gleichwertig zu betrachten sein dürfte. Um nun eine Übersicht über die biocoenologischen Einheiten größerer Gebiete zu gewinnen, stellt S. die unter natürlichen Verhältnissen oft über sehr ausgedehnte Areale sich erstreckenden regional bedingten Biocoenosen in den Mittelpunkt und erhält, indem er einer solchen alle diejenigen lokal bedingten Biocoenosen angliedert, welche mit derselben floristisch verwandt sind, den Begriff der Hauptcoenose. Für sein Untersuchungsgebiet z. B. werden von S. als solche die Eichen-, Linden-, die Buchen-, die Fichten-, die Lärchen-, Arven-, die Ericaceen- und die Krumseggen-Hauptcoenose unterschieden, wobei z. B. im Rahmen der Buchenhauptcoenose außer dem Buchen- auch der Tannenwald, die Erlenau, sowie gewisse Gras-, Hochstauden-, Geröll- und Fels- sowie Quellfluren behandelt werden und auch bei den übrigen der Inhalt sich als ähnlich oder in noch höherem Maße vielgestaltig erweist. Die Vorteile eines solchen Systems liegen wohl vor allem in der erleichterten Möglichkeit, das regional Zusammengehörige und Typische herauszuarbeiten, sie dürften sich daher in Gebieten, deren Vegetation wie das des Verf. eine Gliederung in mehrere Höhenstufen aufweist, besonders geltend machen; eine wirkliche innere floristische und ökologische Verwandtschaft sämtlicher Glieder einer Hauptcoenose aber scheint dem Ref. keineswegs immer vorhanden zu sein, sondern er gewinnt eher den Eindruck, daß auf diese Weise einerseits mehrfach recht heterogene Bestandteile zusammengefaßt und andererseits unzweifelhaft Verwandtschaftsbeziehungen namentlich ökologischer Natur zerrissen werden. Im ganzen wird in Ansehung der so außerordentlich verwickelten, die Systematik der Vegetationseinheiten betreffenden Fragen wohl doch immer die Ansicht von GAMS zutreffend bleiben, daß es ein wirklich „natürliches“, allen berechtigten Ansprüchen genügendes und allgemein verbindliches System hier überhaupt nicht geben kann, so daß es sich also nur darum handeln kann, je nach den Bedürfnissen des vorliegenden Falles die mit den kleinsten Nachteilen verbundene und den darzustellenden Verhältnissen möglichst angepaßte und dabei von Verstößen gegen grundlegende Prinzipien sich freihaltende Anordnungsweise zu wählen.

## Literatur:

- ALLORGE, P., Les associations végétales du vevin français. Diss. Nemours 1922.
- ARRHENIUS, O., A new method for the analysis of plant communities. — Journ. of Ecology 10, 185 bis 189. 1922.
- BRAUN-BLANQUET, J. et PAVILLARD, J., Vocabulaire de sociologie végétale. — Montpellier 1922, 16 pp.
- DU RIETZ, G. E., I. Der Kern der Art- und Assoziationsprobleme. — Bot. Notiser, Lund 1923, S. 235 bis 256.
- DU RIETZ, G. E., II. Einige Beobachtungen und Betrachtungen über Pflanzengesellschaften in Niederösterreich und den kleinen Karpathen. — Österreich. Bot. Zeitschr. 1923, S. 1–43.
- FURRER, A., Begriff und System der Pflanzensukzession. — Vierteljahrsschr. d. naturforsch. Ges. in Zürich 67, 132–156. 1922.
- LÜDI, W., Die Pflanzengesellschaften des Lauterbrunnentales und ihre Sukzession. — Beitr. z. geobotan. Landesaufnahme. Herausgeg. v. d. pflanzengeogr. Komm. d. Schweiz. Naturforscherges., 364 S., Nr. 9. 1921.
- MARKGRAF, F., Der Bredower Forst bei Berlin, eine botanisch-ökologische Studie. — Berlin-Lichterfelde 1922, 91 S.
- NORDHAGEN, R., I. Vegetationsstudien auf der Insel Utsire im westlichen Norwegen. — Bergens Mus. Aarbok 1920/21, Naturvidenskab. række Nr. 1, 149 S. Bergen 1922.
- NORDHAGEN, R., II. Om homogenitet, konstans og minimiareal. — Nyt Magaz. f. Naturvidenskab. 61, 1–51. 1923.
- OSVALD, H., Die Vegetation des Hochmoores Komosse. — Svenska växtsociolog. Sällskapets Handl. 1, 436 S. 1923.
- PAVILLARD, J., I. Cinq ans de phytosociologie. — Montpellier 1922, 30 S.
- PAVILLARD, J., II. De la statistique en phytosociologie. — Montpellier 1923, 35 S.
- RÜBEL, A., Das Curvuleum. — Mitt. a. d. geobotan. Inst. Rübel in Zürich 1922, 15 S.
- RUOFF, SELMA, Das Dachauer Moor. Eine pflanzengeographisch-landschaftliche Studie. — Ber. d. bayer. bot. Ges. 17, 142–194. 1922.
- SCHERRER, M., Soziologische Studien am Molinietum des Limmattales. — XV. Ber. d. Zürich. bot. Ges. 1923, S. 18–43.
- SCHMID, A., Vegetationsstudien in den Urner Reusstälern. — Ansbach 1923, 164 S.
- YAPP, R. H., The concept of habitat. — Journ. Ecology 10, 1–17. 1922.

## Anteil der Schmelzflüsse an den Bewegungen der Erdkruste.

Von WALTHER PENCK †, Berlin.

Die Frage, welche Kräfte die Gebirge der Erde geschaffen haben, ist fast so alt wie die Geologie. Sie wurzelt in der frühzeitigen Erkenntnis, daß am Bau der Gebirge Gesteinsschichten teilnehmen, die ehemals unter dem Meeresspiegel abgelagert worden waren. Als sich die Beobachtungen von Gesteinsdislokationen in der Nähe von Vulkanen mehrten, als in den Granitmassen, welche im Kerne der Alpen und anderer Faltengebirge angetroffen wurden, die Erstarrungsprodukte von

Schmelzflüssen erkannt worden waren — derselben Schmelzflüsse, die man aus den Vulkanen austreten sah —, da sah man in der vulkanischen Kraft den Erzeuger der Gebirge. Dieser Gedanke wurde völlig überwunden durch die Kontraktionshypothese, die in der geologischen und physikalischen Erfahrung fest verankert schien: Kein Zweifel konnte bestehen darüber, daß die Erde Wärme an den Weltraum abgibt. Also — so ward gefolgert — muß sie wie jeder andere wärmeverlierende

Körper ihr Volumen verkleinern; sie muß schrumpfen. Kein Zweifel auch, daß der Erdball von einer erkalteten Kruste umhüllt ist. Schrumpft aber der Kern, so muß die ihm zu groß werdende Schale an den einen Stellen nachsinken und sich an anderen Stellen zu Falten und Wülsten zusammenschieben, so wie die Haut eines trocknenden Apfels. Faltengebirge, ozeanische Becken, kurz die großen Reliefformen des Planeten schienen ganz einfach und befriedigend erklärt. Dieser Vorzug der Einfachheit hat der Kontraktionshypothese bis heute eine zahlreiche Anhängerschaft gesichert.

Indes, gegen ihre Richtigkeit sind zuerst aus den Reihen der Geologen gewichtige Bedenken erhoben worden. Sie fußen auf der Beobachtung, daß die Gebirge nicht regellos über die Erde hin verteilt sind wie die Runzeln einer über schrumpfendem Kern zu groß werdenden Schale, sondern sie sind angeordnet in zwei schmalen Zonen, von denen die eine den pazifischen Ozean umgürtet — *der pazifische Gürtel* —, die andere vom Atlantik durch Südeuropa, Südasien zum Pazifik hinzieht: *der mediterrane Gürtel*. Zahlreiche einzelne Gebirgsketten treten in jenen Gürteln zu Kettensystemen zusammen, die gesetzmäßig von Einsenkungen, von Saamtiefen begleitet werden. Ich erinnere an die Kettensysteme Ostasiens und Ozeaniens mit den ihnen vorgelagerten Tiefsee-trägern, an das Himalajasystem und Hindustan, die Alpen-Dinariden und die adriatische Mulde, an das Kettensystem der Anden und die Atacamatiefe usf. Aber keineswegs alle Gebirgsketten bestehen aus Schichtgesteinen, die während der Gebirgsentstehung zusammengestaut und gefaltet worden sind. Nur ein Teil der Kettengebirge deckt sich mit jungen Faltenzonen, kann also Faltengebirge genannt werden, wie Alpen, Karpathen, Apennin. Der größere Teil der sonst tektonisch und morphologisch völlig gleichartigen Ketten zeigt von junger Faltung kaum Spuren. *Sie werden vielmehr gebildet von der eigentlichen Erdkruste, welche in den Faltenzonen die Unterlage der gefalteten Schichten bildet.* In diese Reihe ungefalteter Kettensysteme gehören die Gebirge Asiens von Nordiran bis über den Baikalsee hinaus, soweit sie nördlich der Himalajazone liegen, ferner ein großer Teil der Kordilleren beider Amerika und erhebliche Teile der ostasiatischen Gebirgsbögen. *Hier ist offenbar, daß die Faltung der Schichten nicht der Vorgang ist, welcher die Kettengebirge der Erde erzeugt.* Weiter aber steht von einem erheblichen Teil der Faltenzonen innerhalb der Gebirgs-gürtel — wie z. B. in den Anden oder in Ostasien — fest, daß die Faltung nur die der Erdkruste auflastenden Schichten, nicht aber die Unterlage, die Kruste selbst, erfaßt hat, nicht einmal in dem Umfang, in dem das in den Alpen, einer der stärksten Störungszonen der Erde, der Fall ist.

Mit dieser Sachlage steht die Kontraktionshypothese in unlösbarem Widerspruch, denn sie fordert, daß dem faltenden Zusammenschub

naturgemäß die *ganze* Erdkruste unterworfen sei. Geophysikalische Untersuchungen haben denn auch die Unhaltbarkeit der Kontraktionshypothese erwiesen. Für sie sind, wie sich gezeigt hat, weder die mechanischen noch thermischen Voraussetzungen auf der Erde gegeben. Hiermit berühren wir die grundlegende Bedeutung, welche die geophysikalische Forschung für die Geologie erlangt hat und besitzt.

Namentlich zwei Tatsachen hat sie bereits vermittelt, die beide zu den Fundamenten der physikalischen Geologie zu zählen sind:

a) Die Erdkruste besitzt nicht die Festigkeit, die man ihr — ausgehend von der Festigkeit kleinerer Gesteinsstücke — zuschrieb. Sie kann sich, wenn ihre Unterlage schwindet, nicht wie ein Gewölbe selbst tragen, so etwa wie eine Eierschale, die nicht zusammenbricht, wenn der Inhalt des Eies entfernt wird. Daher kann die Erdkruste auch nicht durch irgendwelche Kräfte von ihrer Unterlage abgestaut werden und dann frei stehende Gewölbe bilden ähnlich einem Tuch, das sich, auf ebener Tischfläche zusammengescho-ben, von der Unterlage abhebt und frei stehende Falten bildet<sup>1)</sup>. Die Erdkruste lastet vielmehr als völlig plastischer Körper, dessen Plastizität unter dem Einfluß des eigenen Gewichts nach der Tiefe zunimmt, willenlos ihrer Unterlage auf. Daher kommt es, wenn auf die Erdkruste zusammenstauende Kräfte einwirken, schon am Ort der Einwirkung zur Deformation. Und keine physikalische Möglichkeit besteht, daß solche Kräfte in der Erdkruste über weite Strecken oder gar um die ganze Erde herum weitergeleitet werden, um an bevorzugten Schwächezonen erst zur Auswirkung zu gelangen.

b) Die zweite Tatsache ist die außerordentliche Verdichtung der Materie im Erdinnern, *also in der Unterlage der Kruste*. Die Komprimierung ist dort so vollendet, daß die Materie, gleichviel ob sie fest, flüssig oder gasförmig im physikalischen Sinn zu denken ist, annähernd das kleinste Volumen, die größte Dichte besitzt, die sie überhaupt besitzen kann. *Die Komprimierung und Verdichtung ist bis zur völligen Unbeweglichkeit der Materie gesteigert.* Das geht zwingend aus dem Umstand hervor, daß die Starrheit der Erde, die bekanntlich viermal so groß ist wie die des Stahls, nicht jene Minderung zeigt, die unbedingt zu erwarten wäre, wenn im Erdinnern in irgendwelcher Ausdehnung bewegliche Zonen vorhanden wären, die auch nur den Flüssigkeitsgrad erkalteten Glases besäßen. Es ist daher physikalisch ausgeschlossen, daß ein Stück der Erdrinde spontan in die Unterlage einsinke oder durch zusammenstauende Kräfte in jene hochkomprimierte Unterlage hinabgedrückt werde, diese hydrostatisch vorpressend, wie früher zur Erklärung des Vulkanismus angenommen worden ist.

<sup>1)</sup> Gewölbefestigkeit besteht erst von Gewölben an, deren Krümmungsradius unter einem bestimmten kleinen Wert liegt.

Die Folgerungen aus dieser Sachlage ergeben sich von selbst: in den Hebungen und Senkungen der Erdkruste können nicht selbständige Bewegungsvorgänge der Kruste erblickt werden, sondern sie sind die passive Begleiterscheinung, die Abbildung von Bewegungen der *Krustenunterlage*: schwillt diese, so wird die Kruste emporgetragen, schwindet sie, so sinkt die Kruste nach.

Von der *Unterlage der Kruste* kann mit Bestimmtheit gesagt werden, daß sie die Eigenschaften eines im physikalischen Sinn flüssigen Körpers besitzt: Starr und unbeweglich rasch einwirkenden Kräften gegenüber zeigt sie die Deformationen, die man Fließen nennt, wenn die Kräfte hinreichend *langsam* einwirken. Hierfür halten wir die Beweise in Händen. In erster Linie ist darauf zu verweisen, daß die Aufwölbung der Erdkruste zu Gebirgen erfahrungsgemäß unter Wahrung des Massengleichgewichts, der *Isostasie*, erfolgt. Die Erhaltung des Massengleichgewichts während der Anhäufung der Krustenmaterie zu hohen Wällen erfordert Beweglichkeit der Krustenunterlage: sie ist dann nur möglich, wenn die Kruste auf flüssiger Unterlage schwimmt. Verschiedene Erscheinungen zeigen ferner das Vorsichgehen von *Strömungen in der Krustenunterlage* direkt an. Solche sind unausbleiblich, sobald ein *Druckgefälle die flüssige oder hochplastische Materie* zwingt, wenn auch außerordentlich langsam, aus den Gebieten des Drucküberschusses nach jenen der Druckentlastung auszuweichen. Die Strömungen spiegeln sich auf der Erdoberfläche einmal in Hebungen und Senkungen der Kruste wider: stets liegen neben den Zonen der Hebung die Senkungsräume. Dann aber finden die Strömungen der Tiefe ihren nicht mißzuverstehenden Ausdruck im Wechsel der Magmaarten, die *nacheinander an den gleichen Stellen in die Kruste dringen* und von Vulkanen gefördert werden. Namentlich in den Senkungsräumen der Gebirgsgürtel wird ein derartiger systematischer Wechsel beobachtet, indem hier *stets* pazifisches Magma durch atlantisches abgelöst wird (z. B. Liparen: Kalkalkalmagma - Andesit, dann Alkalimagma - Tephrit). Dieser Magmawechsel bekundet, daß die Kruste zunächst pazifischem Magma aufruhete und nach dessen Abströmen und Ersetzung durch atlantisches dem letzteren. Schließlich besitzen wir direkte Nachrichten aus der Krustenunterlage nicht in den vulkanischen Ergüssen schlechthin, sondern in dem universellen Auftreten des Basalts in allen Zonen der Erde, zu allen Zeiten der Erdgeschichte; des *Basalties*, der sich durch seine Zusammensetzung grundsätzlich von derjenigen der Erdkruste unterscheidet. Der Basalt ist ein *Fremdling, kein Abkömmling der Erdkruste*; er kann nur aus der Tiefe unter der Kruste stammen. Wir zweifeln demnach nicht daran, daß die Kruste von einer *flüssigen Zone* unterlagert ist. Wir sprechen von der Zone der Schmelzflüsse oder des Magmas, die dort beginnt, wo die nach dem Erdinnern zunehmenden Hitzegrade die

Schmelztemperatur der Gesteine bei den *dort* herrschenden Drucken erreicht haben. Basaltisch ist die Zusammensetzung der Magmazonen, und zwar liegen, wie erwähnt, gewichtige Gründe für die Annahme vor, daß eine spezifisch leichtere *pazifische* Magmaschicht die Kruste ursprünglich allenthalben geschlossen unterlagerte, und daß darunter erst die Zone des spezifisch schwereren *atlantischen* Magmas folgt.

Lange Zeit waren die Ansichten über die Eigenschaften des Magmas geteilt. Geologische Beobachtungen über ein aktives Aufdringen stehen solchen über eine passive Beeinflussung des Magmas durch Krustenbewegungen gegenüber. Heute beginnt man die Zusammenhänge besser zu überblicken, nachdem am Kilaua die sehr beträchtlichen Volumschwankungen festgestellt worden sind, derer das Magma fähig ist, und neue chemisch-physikalische Untersuchungen an Schmelzflüssen, die wie das Magma Gemische schwer- und leichtflüssiger Stoffe sind, die Ursachen hierfür dargetan haben. Heute weiß man, daß das hochkomprimierte Magma der Tiefe bei Druckentlastung nicht nur beweglich, leichter flüssig wird, sondern vor allem, daß in ihm dann mit unwiderstehlicher Vehemenz einsetzende chemische Reaktionen zu einer eminenten Volumvermehrung und einer ganz außerordentlichen Wärmeproduktion führen. *Druckentlastung macht das Magma eruptionsfähig*. Diese Tatsache ist für die Geologie von größter Bedeutung: Entstehen an der Unterflache der Erdkruste Spannungen, Druckdifferenzen — und die fortschreitende Abkühlung des Planeten macht solche unvermeidlich —, so ist in den Gebieten verminderten Druckes das Eindringen des Magmas in die Erdkruste, die *magmatische Intrusion*, die notwendige Folge. Die Massen, die unter solchen Umständen in die Kruste eintreten, hinterlassen in der Magmazonen aber keinen Raum, den andere Massen etwa einnehmen müßten oder könnten, sondern was intrudiert, ist der *Volumgewinn, der Volumüberschuß*, den das Magma bei Druckentlastung erwirbt, und zwar bei deren Fortschreiten in stetig zunehmendem Maß. Daher kann nicht daran gedacht werden, daß Krustenmaterial in den Bereich der Magmazonen zur Tiefe sinkt und dort etwa den Platz des emporgestiegenen Magmas einnimmt: dieses räumt einen solchen Platz gar nicht ein! Diese aus gesicherten chemisch-physikalischen Erfahrungen sich ergebenden Beziehungen gewinnen ihre besondere Bedeutung bei der vielfach aufgeworfenen Frage, wie das intrudierende Magma in der Kruste den benötigten Raum gewinnt. Die *Raumfrage*, das wichtigste und schwierigste Problem, das sich an die von jeher auf der Erde überaus weitverbreitete und gewaltige Dimensionen erreichende Erscheinung der magmatischen Intrusionen knüpft, wird nicht eigentlich berührt durch die Theorie, welche auf die Erscheinungen der Aufschmelzung von Krustenmaterial durch das Magma und der mechanischen Zertrümmerung der Kruste durch die Schmelz-

flüsse gegründet worden ist. Es handelt sich bei letzterem um einen Platztausch im festen und flüssigen Zustand innerhalb der Erdkruste. Das Magma breitet sich hierbei auf Kosten der zertrümmerten oder gelösten Krustenmaterie aus, steigt höher empor, d. h. es vertauscht den Platz, den es schon in der Kruste einnimmt, mit demjenigen der Krustengesteine, die sich über dem Intrusionsraum befanden. *Wie gewinnt das Magma aber jenen Raum, den es vor dem Platztausch mit höheren Krustenniveaus innerhalb der Kruste schon einnahm?* Die Schwierigkeit dieser Raumfrage beruht darauf, daß nach heutiger Kenntnis ein Volumüberschuß des Magmas intrudiert und für diesen der Platz geschaffen werden muß. Ein Platztausch zwischen Krustenmaterie und *Magmazone* kommt daher nicht in Frage, ausgeschlossen ist aber auch, daß das Magma den benötigten Raum auf Kosten der nicht weiter verdichtbaren, der inkompressiblen Kruste gewinne: *Es bleibt nur eine Möglichkeit der Raumbeschaffung: auf Kosten der Atmosphäre, d. h. die intrudierte Kruste weicht in der einzig möglichen Richtung: nach oben aus.* Große Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang den Beobachtungen zu, durch welche zuerst in Mexiko, dann in eingehender Weise in den argentinischen Anden die Aufwölbung der Kruste durch magmatische Intrusionen nachgewiesen worden ist. Hierbei sind jene ungefalteten Gebirgsketten entstanden, welche *Großfallen* genannt worden sind und die folgendes charakteristisches Profil besitzen:

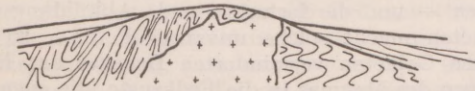


Fig. 1. Nach der Tiefe divergierende Kontakte.

Die Entstehung der Großfaltensysteme, das sind eben die Kettensysteme der Gebirgsgürtel, hat sich in dem einen Fall mit Bestimmtheit herausgestellt als ein Erzeugnis magmatischer Intrusion. Das hierbei zur Geltung kommende mechanische Prinzip ist einfach genug: das Volumen der Erdkruste ist durch die Intrusivkörper vermehrt worden, und die derart verbreiterte Kruste legt sich, da das *Areal* der bewegten Zone unverändert bleibt, in das wellige Auf und Ab der Gebirgsketten und zwischenliegenden Senken, eben der *Großfallen*. *Allgemein erkennen wir in der Intrusion des Magmas eine Ursache der Hebung der Kruste.* Aber mehr noch: teilt die Krustenmaterie den verfügbaren Raum, den sie vor der Intrusion allein innehatte, nach der Intrusion mit überwältigenden neu hinzugekommenen Eruptivmassen, so müssen in der bewegten Zone alle jene Erscheinungen der Kompression, des Zusammenstaus zur Entwicklung kommen, die sich notwendig einstellen, wenn in eine schwere, durch ihr eigenes Gewicht willenlos auflastende Masse Keile getrieben werden: nämlich das Gewicht und die Keilwirkung ergeben in der Resultierenden

*gerichteten Druck*, welcher molekulare Deformationen bewirken muß. Es überrascht daher nicht, daß in den Großfaltengebieten faltbare Schichten, wie festgestellt worden ist, Faltung, nicht faltbare tiefere Horizonte Schieferung und die größeren Tiefen Umkristallisation erfahren. Nicht überrascht ferner, daß sich die Bewegung der Kruste den in ihr schon steckenden Intrusionsmassen mitteilt: *die Intrusion setzt die Kruste in Bewegung, und dieser sind die Eruptivmassen ihrerseits naturgemäß, namentlich in den höheren Krustenniveaus, passiv unterworfen.* Man möchte glauben, daß hier ein allgemein gültiges Prinzip der Gebirgsbildung gefunden ist. Denn es unterliegt keinem Zweifel, daß die Zonen der Gebirgsbildung von jeher Krustenstreifen überwältigender magmatischer Intrusion, also nachhaltigen Massen- und Volumzuwachses waren. Das bezeugen die ausgedehnten Intrusivkörper innerhalb der Gebirgszonen der Vergangenheit, das bezeugen die heute schon über Hunderttausende von Quadratkilometern aufgeschlossenen granodioritischen Intrusionen, die während der Entstehung der heutigen Gebirgsgürtel in diese eingedrungen sind. Und die in ihnen konzentrierten, nach Zehntausenden zählenden *Vulkane* und Effusionen beweisen, daß die wirkliche Ausdehnung der Intrusionen die erschlossenen Teile um ein Mehrfaches übertrifft. Ihre Anordnung zeigt weiter, daß die Hebungszonen, die Kettensysteme, der Ort der Intrusionen sind und nicht die vulkanfreien Senkungsräume, die Saumtiefen.

Das gesetzmäßige Auftreten der Einsenkungsräume neben den Hebungszonen zeigt aber, daß magmatische Intrusion noch andere Massenverlagerungen, und zwar solche *unter* der Erdkruste, auslöst. Die heute vorliegenden Beobachtungen geologischer und physikalischer Natur gestatten bereits, von den Umrissen jener Zusammenhänge physikalisch wohl begründete Vorstellungen zu gewinnen. Wir gehen aus (Fig. 2) von einer nicht deformierten Kruste *k*, die unterlagert ist von pazifischem (*p*), darunter atlantischem Magma (*a*). Ist *D* eine Stelle der Druck-

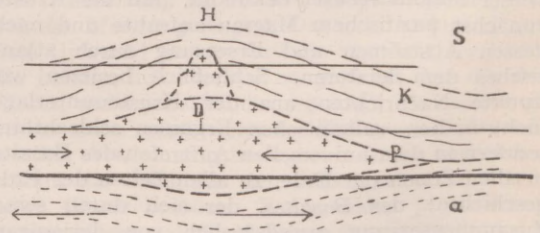


Fig. 2.

entlastung, so intrudiert hier das Magma, die Kruste wird emporgewölbt. Mit der Oberfläche hebt sich aber auch die Unterfläche der Kruste; die Druckentlastung wird damit vergrößert und auf größere Fläche verteilt. Die Folge ist eine Verstärkung der Intrusion und der Hebung, die

ihrerseits wieder die Druckentlastung vermehrt. Die Volumenergie des Magmas muß sich oben schließlich erschöpfen, da sie nicht unbegrenzt ist. Daher gibt es einen Zeitpunkt, in dem das Magma mit seiner Volumvermehrung den Raum der Druckentlastung nicht mehr erfüllen kann. *Notwendig strömt dann diesem pazifisches Magma von weiter her zu;* und über den Zonen des Abströmens sinkt die Kruste nach: der Senkungsraum  $S$  tieft sich neben dem Hebungsraum  $H$  ein. *Das ist's, was man beobachtet.*

Von dem Zeitpunkt an, da der Hebungszone  $H$  pazifisches Magma zuströmt, lastet dort über dem atlantischen Magma ein Überdruck, der dieses veranlaßt, im Sinne des Druckgefälles von  $H$  nach  $S$  auszuweichen. Die Folge muß sein, daß die Kruste im Bereich von  $S$  zuerst pazifischem, später atlantischem Magma aufrucht. Und sind hier Ursachen für vulkanische Effusion vorhanden, so müssen die Vulkane der Senkungsräume nach pazifischem atlantisches Magma fördern. *Das ist's, was man in den Gebirgsgürteln gesetzmäßig beobachtet. Die Hebungsräume sind demnach Zonen sich anreichernden pazifischen, die Senkungsräume solche abströmenden pazifischen und sich anreichernden atlantischen Magmas.* In Bewegung müssen gleiche Gewichte sein, weil es sich um Flüssigkeiten handelt, die nicht im labilen Gleichgewicht verharren können. Die gleichen Gewichte haben

aber verschiedene Volumen, weil das pazifische Magma geringere Dichte besitzt als das atlantische. Folglich müssen die Gebiete sich anreichernden pazifischen Magmas in der Tat als Schwellungen, diejenigen sich anreichernden atlantischen Magmas als wirkliche Senkungen entgegentreten. *Das ist's, was man beobachtet.*

Nach unserer Meinung bewirkt Intrusion und Hebung der Kruste die Störung des Magmagleichgewichts, die Strömungen innerhalb der Magmazonen stellen das Gleichgewicht wieder her. Wenn das richtig ist, dann muß sich das ganze bewegte System bis auf einen eben noch nicht kompensierten Rest im Massengleichgewicht befinden. Die Gleichgewichtsverhältnisse der Erde sind mittels der *Schweremessung* der Beobachtung zugänglich. Sie haben ergeben, daß die Gewichtsverteilung auf der Erde streng den Forderungen unserer Theorie entspricht: Die Hebungszonen, Gebirge, haben größere Masse, aber geringere Dichte, als ihnen zukommt, die Senkungsräume besitzen umgekehrt wenig Masse, aber größere Dichte, als ihnen zukommt. Hebungszonen und Senkungszone befinden sich im ganzen im Massengleichgewicht; sie sind isostatisch nahezu ausgeglichen. *Dieser Umstand zeigt, daß sich die hier entwickelte Theorie der Gebirgsbildung auch in ihren letzten Konsequenzen auf dem Boden der Tatsachen befindet.*

## Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

### Zur Ordnung des Lanthanspektrums.

Von S. RYBAR<sup>1)</sup> ist eine ausführliche Untersuchung der Zeemaneffekte im Lanthanspektrum gemacht worden. E. PAULSON<sup>2)</sup> hat in diesem Spektrum Liniengruppen mit konstanten Differenzen gefunden.

Mit Hilfe der Landéschen Regeln<sup>3)</sup> über den Zeemaneffekt gelang es, aus den oben genannten Arbeiten eine Anzahl von Linien in ein Schema zu ordnen. Die relativen Termwerte wurden berechnet, und von jedem Term konnte aus dem Zeemaneffekt die innere Quantenzahl  $J$  und der Aufspaltungsfaktor  $g$  bestimmt werden. Die Quantenzahl  $J$  ist auch noch bestimmt durch die auftretenden Kombinationen.

Die geordneten Linien gehören alle zu ungeradzahligem Termsystemen, nach dem Kossel-Sommerfeldschen Verschiebungssatz<sup>4)</sup> müssen es also Linien des ionisierten Lanthans sein.

Das wichtigste Ergebnis war, daß, während einige Terme die gewöhnliche Landésche Aufspaltung zeigten, es andere gab mit neuen Aufspaltungen, welche nicht in der Tabelle von LANDÉ enthalten sind. Von diesen letzten Termen konnte daher der Termname nicht bestimmt werden. Sie kombinieren sich mit den gewöhnlichen Termen.

Das Auftreten von neuen Aufspaltungen bedeutet nach LANDÉ<sup>5)</sup>, daß in den betreffenden Zuständen der Atomrest Elektronengruppen mit azimutalen

Quantenzahlen größer als 1 enthält, welche einen Beitrag zum Impuls des Atomrestes liefern. Für den Fall des ionisierten Lanthans bedeutet dies sehr wahrscheinlich, daß von den beiden äußersten Elektronen das nicht-emittierende Elektron entweder in einer  $6_p$ - oder in einer  $5_f$ -Bahn gehen kann. Im ersten Falle bekommt man dann die gewöhnlichen, im anderen die neuen Aufspaltungen.

Termtabelle.

Termwert	Symbol	$J$	$g$
0	$p_1$	$2\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$
1043,4	$p_2$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$
1418,8	$p_3$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{0}{0}$
3705,8	$I$	$2\frac{1}{2}$	$1,50 \pm 0,01$ (tripl. $p_1$ od. quint. $d_3$ ?)
4888,7	$\bar{d}_1$	$3\frac{1}{2}$	$\frac{4}{3}$
5049,5	$II$	$1\frac{1}{2}$	$1,28 \pm 0,03$
5780,3	$III$	$1\frac{1}{2}$	$0,87 \pm 0,01$
5815,8	$\bar{d}_2$	$2\frac{1}{2}$	$\frac{7}{6}$
6790,1	$IV$	$2\frac{1}{2}$	$0,84 \pm 0,04$
7231,0	$V$	$1\frac{1}{2}$	$1,30 \pm 0,03$
8681,5	$VI$	$3\frac{1}{2}$	$1,05 \pm 0,03$ (tripl. $f_2$ ?)
8741,4	$VII$	$2\frac{1}{2}$	$0,88 \pm 0,04$
2 6975,5	$\bar{p}_1$	$2\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$
2 7484,7	$\bar{p}_2$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$
2 7953,1	$p_3$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{0}{0}$
2 9952,4	$d_1$	$3\frac{1}{2}$	$\frac{4}{3}$
3 0611,6	$d_2$	$2\frac{1}{2}$	$\frac{7}{6}$
3 1308,6	$d_3$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
3 1808,4	$VIII$	$2\frac{1}{2}$	$0,73 \pm 0,02$
3 3202,8	$D$	$2\frac{1}{2}$	$1$

<sup>1)</sup> S. RYBAR, Phys. Zeit. 12, 889. 1911.

<sup>2)</sup> E. PAULSON, Ann. d. Phys. 45, 1203. 1914.

<sup>3)</sup> A. LANDÉ, Zeitschr. f. Phys. 15, 189. 1923.

<sup>4)</sup> A. SOMMERFELD, Atombau und Spektrallinien.

3. Aufl., S. 456.

<sup>5)</sup> A. LANDÉ, Zeitschr. f. Phys. 17, 292. 1923.

Die Tabelle gibt die relativen Termwerte mit den Aufspaltungsfaktoren und inneren Quantenzahlen. Wo die Termmamen sicher sind, ist der Aufspaltungsfaktor  $g$  als rationaler Bruch eingetragen. Aus den Zeeman-effekten folgen auch noch einige Terme mit neuen  $g$ -Werten, deren Termwerte jedoch noch nicht zu bestimmen waren.

Es ist nicht sicher, ob der Term  $p_1$ , welcher gleich 0

gestellt wurde, das niedrigste oder das höchste der hier behandelten Energieniveaus darstellt. Schließlich sei noch erwähnt, daß die gefundenen Intervallverhältnisse stark von der Landéschen Intervallregel abweichen.

Näheres wird in den Berichten der Amsterdamer Akademie publiziert werden.

Leiden, den 29. August 1924.

S. GOUDSMIT.

## Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Fachsitzung am 19. Mai 1924 sprach Dr. FRIEDRICH LEYDEN (Berlin) über **Probleme alpiner Formenforschung**. Die alpine Morphologie stellt insofern ein Grenzgebiet zwischen Geologie und Geographie dar, als das Verhältnis zwischen Struktur und Skulptur die Formen beherrscht. Zu ihrem Verständnis sind weitgehende geologische Kenntnisse erforderlich, doch darf man nicht, wie manche Geologen es tun, die Gründe für die Einzelheiten des Formenschatzes lediglich in der Bodenbeschaffenheit suchen. Andererseits bringen die Geographen vielfach nicht das geologische Rüstzeug mit, das für das Verständnis des komplizierten Gebirgsbaues erforderlich ist und glauben aus den äußeren Formen, z. B. der Anordnung des Gewässernetzes, deduktiv die Entstehung der Oberfläche erklären zu können.

Erst in der allerletzten Zeit macht sich eine Zusammenarbeit der Geologen und Geographen bemerkbar.

Die Anschauung, welche in der Struktur des Alpenkörpers das Resultat einer Reihe von ausgewalzten Gesteinsfalten sieht, die von Süden her übereinandergeschoben sind, stellt ein logisch einwandfreies Lehrgebäude dar. Während in den Westalpen diese Schubdecken unter der starken Druckbelastung in die Tiefe gepreßt wurden, finden wir in den Ostalpen an der Oberfläche spröde gebliebene Massen, die bei der großen tertiären Alpenfaltung nicht mehr durchgelenkt werden konnten, sondern von Bruchspalten durchsetzt sind.

Von hohen Gipfeln aus erscheint die Horizontlinie fast wagerecht, weil die Bergspitzen ungefähr zu den gleichen Maximalhöhen emporragen, so daß der Ein-

druck einer Niveauläche, der Gipfelflur, entsteht. Stellenweise findet sich eine doppelte Gipfelflur, z. B. im Wallis, wo die obere in 4000 m Höhe liegt, während in 2300 m die niedrigere eine Art von Sockel bildet. Die Entstehung der Gipfelflur ist noch strittig. SCHWINNER hält sie für eine Art Spiegelbild einer früher erloschenen Flachlandschaft, in der Einsenkungen stattgefunden haben.

An den Talhängen finden wir die Reste alter Oberflächen in Terrassen, die als Leithorizonte dienen können. Doch brauchen Terrassensysteme gleicher Höhenlage in zwei benachbarten Tälern nicht gleichaltrig zu sein, denn die relative Höhe ist meist wichtiger als die absolute. Auch muß die Physiognomie der einzelnen Terrassen berücksichtigt werden.

Der Vortragende betont, daß die Beobachtung in der Natur und das Studium großmaßstäbiger Spezialkarten Hand in Hand gehen müsse. Lehrreich in dieser Beziehung ist der Unterschied in den Auffassungen, die A. PENCK aus dem Studium der Alpenvereinskarte des Ankogelgebietes und CREUTZBURG aus der Beobachtung im Gelände gewonnen haben.

Das Glazialproblem, dem häufig eine entscheidende Bedeutung für die Oberflächengestaltung der Alpen zugeschrieben wird, ist nur ein Teilproblem, das für den Formenschatz des Gebirges zwar eine wichtige, doch nicht die allein maßgebende Rolle spielt.

Einige typische Lichtbilder ließen mit großer Deutlichkeit die noch als Fastebene, Bergschulter oder Terrassen vorhandenen Reste ehemaliger Landoberflächen erkennen.

O. B.

## Biologische Mitteilungen.

Über die Erhaltung von Vorfahrenmerkmalen beim Menschen, insbesondere über eine prognostische Trias und ihre praktische Bedeutung. (WESTENHÖFER, Med. Klinik Jg. 19, Nr. 37, S. 1247—1255. 1923.) Autor prägte den Begriff des Progonismus; er versteht darunter das Fortbestehen oder das Nichtverschwinden von Vorfahrenmerkmalen innerhalb einer bereits weiter entwickelten Art. Als solche Progonie-Erscheinung sieht er an die Eigenart der geradeaus oder einwärts gesetzten Füße beim Gang mancher südamerikanischer Eingeborenen, die viereckige oder trapezförmige Lunge, wie sie das neugeborene Kind oder auch erwachsene Vertreter bestimmter bolivianischer Höhenbewohner zeigen; er versteht darunter aber vor allem eine auch bei uns häufig genug zu findende Trias von Vorkommissuren, nämlich die gekerbte Milz, die gelappte Niere (Niere mit Renculi-Lappung) und den hornförmigen, endständigen Appendixansatz am Coecum, während der erwachsene Mitteleuropäer in der Regel einen seitlichen Ansatz der Appendix erkennen läßt. Im zweiten Teil seiner breiten Ausführungen gibt WESTENHÖFER an, daß nicht bei den anthropoiden Affen, wohl aber beim Rind, bei den Walen und Bären usw. sich solche analoge Progonismen wenigstens der Nieren und Milzform finden, daß ferner

diese pflanzenfressenden Tiere eine weite, hoch bedeutende Appendix besitzen. Der hornförmige, prognostische Wurmfortsatz mancher Menschen ist ihm eine in kleinster Ausgabe erhaltene Form eines herbivoren Darmanhanges. Die Erklärung der fraglichen Progonismen in einem geringen Prozentsatz der Menschen erblickt er in einer Möglichkeit der Vererbung in dem Sinne, daß die heutige Menschheit aus der Vereinigung von zwei Stämmen entstanden sein könnte, von denen der eine schon etwas weiter fortgeschritten, der andere in der Entwicklung zurückgeblieben wäre; es sei aber wohl die Entfernung der fraglichen Stämme voneinander noch nicht so groß gewesen, daß nicht etwa eine fruchtbare Verbindung möglich gewesen wäre. — Im dritten Abschnitt seiner Ausführungen wird der prognostische, trichterförmige Wurmfortsatz als der physiologisch günstigere bezeichnet, weshalb die Südamerikaner in Chile ebenso wie unsere Kleinkinder nicht an eitriger Appendicitis erkrankten. Besonderes Interesse verdiene die gelappte Niere. Sie prädisponierte — ebenso beim Rind, wie beim Menschen — zu pyelonephritischen Erkrankungen infolge der Besonderheiten des erschwerten Harnausflusses der einzelnen Nierenbeckenkelche. Bestimmte Nierenerkrankungen, welche nur die Hälfte



einer Niere bzw. gewisse Nierenbeckenteile, namentlich die kranial gelegenen Beckenkelche oder Zweige des Sinus renis betreffen, will Autor so erklären, ebenso wie die Häufigkeit der Steinbildung in Menschen- und Rindernierenbecken. Nieren, deren Papillenanlagen zu einem einzigen Markkegel zusammengelegt sind, weisen infolge ungehinderten Harnabflusses keine solch zahlreichen Komplikationen auf. — Auch in den Geschwülsten — nicht nur in bestimmten Arten — ersieht der Autor einfache Progonismen, deren Eigenart man nur verstehen könne, wenn man in der Vorfahrenreihe bis zu den Einzellern zurückgehe. (Zentrablatt für innere Medtzn.) B. GRUBER.

**Experimentelle Untersuchungen über die Umwandlung des Geschlechts beim Frosch.** (K. WAGNER, Archiv für Entwicklungsmechanik, 52—97. 1923.) A. LIPSCHÜTZ gibt in einer WAGNERS Untersuchung vorausgehenden Mitteilung die Grundlagen, auf denen die Fragestellung der Arbeit ruht. Nachdem die Untersuchungen von LILLIE und CHAPIN an den Gonaden der Zwicke (den seltenen, bei genetisch verschiedenen geschlechtlichen Ursprung entstehenden, intersexuellen Zwillingen des Rindes) es sehr wahrscheinlich gemacht haben, daß die sich differenzierende Gonade durch eine heterosexuelle Gonade sehr weitgehend in der Richtung des letzteren Geschlechts beeinflußt werden kann, sollte untersucht werden, ob es nicht möglich wäre, durch Verfütterung von Geschlechtsdrüsen die Gonaden junger Frösche in einem geschlechtsspezifischen Sinne zu beeinflussen und etwa das Zahlenverhältnis zwischen den Geschlechtern auf diese Weise experimentell zu verschieben.

Das Zahlenverhältnis zwischen Weibchen und Männchen von *Rana fusca* wurde in der Natur je nach dem Fundort während und kurz nach der Metamorphose sehr schwankend gefunden und betrug — in der Umgegend von Dorpat — etwa 2 bis 5 zu 1. Im Herbst ist dann das normale Verhältnis (1 : 1) hergestellt.

In verschiedenen Kulturen wurden Kaulquappen z. T. ausschließlich mit Ovarien erwachsener Frösche, z. T. mit Froschleber, Niere, Milz und zuweilen Hoden gefüttert. Die mit Ovar gefütterten Tiere zeichneten sich durch auffallende Größe aus; außerdem wurde die Metamorphose bei diesen Tieren beschleunigt. Dagegen bringt die Fütterung mit Ovarien keine Verschiebung im Zahlenverhältnis der Geschlechter hervor. Die Eier waren mit 72 und 96 Stunden uteriner Überreife befruchtet worden, sie traten alle normal in die Entwicklung ein, starben allerdings dann zum großen Teil auf dem Stadium des Dotterpfropfes ab. Die verspätete Befruchtung hat eine Verzögerung der Metamorphose hervorgerufen, aber sie hat nicht, wie nach den Untersuchungen von R. HERTWIG und seiner Schüler zu erwarten war, 100% Männchen ergeben. Die Zahl der zweifellosen Männchen entspricht vielmehr etwa der bei Dorpat im Freien beobachteten Zahl (5 : 1). Es zeigte sich ferner, daß die Entwicklung der Ovarien und ihrer Produkte beim Frosch unabhängig von derjenigen des Körpers stattfindet. Sie ist eine Funktion der Zeit. In einem Teil der Versuche, und zwar bei beiden Fütterungsarten, trat eine größere Zahl von Intersexen auf.

Zur Erklärung der mit den Experimenten von HERTWIG in Widerspruch stehenden Beobachtungen sagt W.: „Man kommt einem Verständnis der von mir beobachteten Erscheinungen näher, wenn man annimmt, daß die späte Befruchtung Männlichkeit nur dadurch hervorruft, daß die stets vorhandenen weiblichen Faktoren (die Anlage ist ja eine zwitterige) während der Entwicklung anfangs irgendwie gehemmt

werden. Später kommen sie wieder zur Geltung, um ihre alte Überlegenheit den männlichen Faktoren gegenüber zu erreichen. Das neu entstehende Ovarialgewebe würde das Hodengewebe verdrängen, es würde sich um eine geschlechtliche Umstimmung handeln, wie wir sie ja im Freien, nur in umgekehrter Richtung, kennen. Es wäre denkbar, daß R. HERTWIG und die anderen Untersucher nur auf einer sehr frühen Entwicklungsstufe der Gonaden das Geschlecht bestimmt haben.“

SCHMIDT-MARCEL hatte angegeben, daß (nach der Metamorphose) zu Anfang 85% Weibchen 15% Männchen gegenüberstehen, daß die Zahl der Männchen allmählich auf Kosten der Weibchen zunimmt, gleichzeitig aber Intersexe auftreten. Schließlich wird das normale Zahlenverhältnis wiederhergestellt und Intersexe sind nicht mehr vorhanden. WAGNER hat in seinen Kulturen die gleichen Umwandlungsvorgänge aber in umgekehrter Richtung gefunden, wie oben schon erwähnt wurde. WAGNER kommt schließlich zu der Feststellung, „daß sogar aus hochgradig uterin überreifen Eiern von *Rana fusca* nicht immer 100% Männchen hervorzugehen brauchen und daß beim Frosche eine Umwandlung des Geschlechts während der Entwicklung auch in der Richtung von Männchen zu Weibchen möglich ist. Ein vollkommenes Zugrundegehen des weibchenbestimmenden Geschlechtsfaktors im überreifen Froschei braucht daher nicht angenommen zu werden. Eine Abweichung im Zahlenverhältnis der Geschlechter von der Norm wird bei Überreife der Eier bedingt nicht durch richtende Beeinflussung des Mechanismus der Geschlechtsverteilung, sondern wohl eher durch zeitweilige Hemmung des weibchenbestimmenden Faktors.“ Die Ergebnisse der histologischen Untersuchungen stehen mit den übrigen Befunden in Einklang. LIPSCHÜTZ betont, daß die Resultate nicht gegen die Theorie der geschlechtsspezifischen Sexualhormone gedeutet werden dürfen. Weitere Untersuchungen sollen zeigen, ob ein Teil der in den Experimenten entstandenen Weibchen schließlich wieder zu Männchen und dadurch das normale Geschlechtsverhältnis wiederhergestellt wird.

**Untersuchungen über das Biddersche Organ der männlichen und weiblichen Kröten.** II. Mitteilung. Die Physiologie des Bidderschen Organs und die experimentell-physiologische Umdifferenzierung von Männchen in Weibchen. (W. HARMS, Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte 69. 1923.) Bei den männlichen Kröten findet sich zeitweises zwischen Hoden und Fettkörper ein keimdrüsenähnliches Gebilde, welches den Charakter eines rudimentären Ovariums hat und als Biddersches Organ bezeichnet wird. Bei den weiblichen Kröten ist dieses Organ mit Ausnahme von *Bufo vulgaris* beim erwachsenen, geschlechtsreifen Tier nicht mehr vorhanden. In beiden Geschlechtern zeigt das Biddersche Organ eine cyclische Entwicklung im Laufe des Jahres. HARMS hat in einer vorhergehenden Mitteilung den Bau und die Physiologie dieses Organs beschrieben. In der vorliegenden Arbeit schildert HARMS die experimentellen Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Bedeutung des Bidderschen Organs im Gesamtorganismus der Weibchen und Männchen von *Bufo vulgaris*.

Im Frühjahr ist das Biddersche Organ der weiblichen Kröten stark reduziert. Gleichzeitig mit der im Ovarium einsetzenden Eierbildung findet eine Vermehrung der Primordialzellen im Bidderschen Organ statt. Kurz vor Beginn der letzten Reifungsperiode der Ovarialeier setzt die allmähliche Degeneration der Eier im Bidderschen Organ ein. Mit einem neuen

Eibildungsprozeß im Ovar ist stets auch der Anstoß zur Neubildung von Eiern im Bidderschen Organ verknüpft, die aber dann immer wieder zu degenerieren beginnen und resorbiert werden. Nach Entfernung des Bidderschen Organs zeigen sich keinerlei Störungen in der Entwicklung der weiblichen Geschlechtsmerkmale; eine einschneidende Bedeutung kommt offenbar dem Bidderschen Organ beim Weibchen nicht mehr zu, womit übereinstimmt, daß es bei allen Kröten außer B. vulg. nach der Metamorphose verschwindet. Nach Exstirpation des Ovariums entwickelt sich das Biddersche Organ unter Störung seines Entwicklungszyklus in der Richtung des Ovars weiter, allerdings ohne ganz auszureifen. Das Biddersche Organ des Weibchens kann (wie wir sehen werden im Gegensatz zu den Verhältnissen bei den Männchen) allein die weiblichen Geschlechtsmerkmale nicht aufrechterhalten, die Tiere zeigen Kastrateneigenschaften. HARMS nimmt an, daß bei genügend langer Versuchsdauer aus dem Bidderschen Organ des Weibchens doch ein voll ausgereiftes Ovar entstehen würde. Wird sowohl das Ovar wie das Biddersche Organ entfernt, so bekommen diese Krötenweibchen Kastratenhabitus (Eileiter fadendünn, Fettkörper weiß, Fehlen der Brunst). Es geht aus diesen Versuchen hervor, daß das Biddersche Organ beim Weibchen auch im ausgewachsenen Zustand (im Gegensatz zum Männchen) nur noch eine untergeordnete Rolle spielt. Für die Aufrechterhaltung des geregelten Brunstzyklus ist es jedoch von Bedeutung.

Wir wenden uns den Versuchen an Krötenmännchen zu. Bei den männlichen Kröten zeigt das Biddersche Organ nur eine Wucherungsperiode im Jahr und wird nie so weit resorbiert wie beim Weibchen. Nach der Exstirpation des Bidderschen Organs beim Männchen zeigt sich, daß die Hoden allein die Brunstschwielen (Daumenschwielen der männlichen Frösche und Kröten, die bei der Kopulation eine Rolle spielen normal erhalten können; auch die Spermatogenese (Samenbildung) geht normal vor sich. Aus der morphologischen Untersuchung hatte sich ergeben, daß bei den männlichen Tieren (im Gegensatz zu den Weibchen!) das Biddersche Organ sich von Januar an zu verkleinern beginnt, es kommen also gegen Ende des Winterschlafs die im Bidderschen Organ gebildeten Stoffe in den Blutkreislauf und erlangen auf inkretorischem Wege für den Organismus Bedeutung. Damit stimmt überein, daß gerade zu dieser Zeit ein sehr hoher Prozentsatz der Tiere, denen das Biddersche Organ herausgenommen worden war, eingingen. Im Laufe der Jahre kann das Biddersche Organ des Männchens völlig durch die Hoden (oder die übrigen inkretorischen Organe) kompensatorisch ersetzt werden. Bei Tieren, denen Biddersches Organ und Hoden exstirpiert wurden, fand eine Rückbildung der sekundären Geschlechtsmerkmale statt. Die wichtigsten Versuche sind nun diejenigen, in denen die Hoden exstirpiert wurden, aber das Biddersche Organ zurückblieb, weil sie zu einer physiologischen Geschlechtsumdifferenzierung führten. HARMS gelang es aus erwachsenen, voll männlich-ausdifferenzierten Kröten Weibchen mit allen weiblichen Merkmalen herzustellen, dadurch daß er das Biddersche Organ sich zu einem Ovarium ausdifferenzieren ließ. Bedingungen dafür sind nur eine genügend lange Entwicklungszeit und sehr kräftige, von kurzen Hungerperioden unterbrochene Ernährung. Dem Endeffekt nach ist es gleich, ob zu den Versuchen geschlechtsreife Männchen (mindestens 4 Jahre alt) oder jüngere Tiere, bei denen die sekundären Geschlechtsmerkmale noch nicht ausgebildet sind, verwendet werden: sie werden alle zu Weibchen umdifferenziert. Im

ersten Jahre nach der Operation zeigen sich keine oder nur wenige Veränderungen, dagegen werden die Tiere im zweiten Jahre zu geschlechtsreifen Weibchen. Diese haben in den typischen Fällen ein normales Ovar mit reifen Eiern, die Eileiter (Müllersche Gänge) und der Uterus sind normal entwickelt, der Kopf hat die breite weibliche Form (im Gegensatz zu der spitzen des Männchens), die für das geschlechtsreife Männchen typischen Daumenschwielen sind verschwunden, die Vorderarmmuskulatur (die beim Männchen in Zusammenhang mit der Umklammerung des Weibchens in der Kopula sehr stark ist), ist schwach entwickelt, der Klammerreflex fehlt, ebenso der männliche Brunstlaut, das Biddersche Organ ist (dem weiblichen Jahreszyklus entsprechend) rückgebildet. [Manche Tiere zeigten merkwürdigerweise neben den neugebildeten weiblichen Merkmalen noch jahrelang die männlichen Charaktere, was jedenfalls damit zusammenhängt, daß das Biddersche Organ noch eine Zeitlang seinen männlichen Zyklus — und damit eben auch die männlichen Merkmale — erhält. Allmählich geht aber auch bei diesen Tieren das Biddersche Organ in den weiblichen Zyklus über, und die männlichen Merkmale verschwinden damit; auch aus diesen Männchen werden schließlich somatisch und psychisch vollständig weibliche Tiere. Eine Eiablage der umdifferenzierten Tiere hat bisher nicht stattgefunden, was jedenfalls nur am Fehlen eines Freilandaquariums liegt.

Aus den Untersuchungen geht, wie aus früheren anderer Autoren hervor, daß der Geschlechtschromosomenmechanismus der Anuren (falls ein solcher überhaupt vorhanden ist) sich (noch?) in labilem Zustand befindet; das Geschlecht kann noch metagam beeinflusst werden. Nach der Exstirpation der Hoden erhält das Biddersche Organ durch seine inkretorische Funktion noch einige Zeit die männlichen sekundären Geschlechtsmerkmale. Aber durch das völlige Fehlen der männlichen Generationszellen fallen in immer stärkerem Maße die normalerweise vom Hoden bewirkten Hemmungen, die die weibliche Anlage latent erhalten, fort. Unter dem hinzutretenden Einfluß sehr kräftiger Ernährung hypertrophieren die Eier des Bidderschen Organs und werden schließlich zu normalen Eiern. Mit der Beseitigung der Hemmungen der weiblichen Anlage und der Förderung der Entwicklung normaler Eizellen geht die Rückbildung der männlichen und die Ausdifferenzierung der weiblichen Charaktere Hand in Hand. In manchen Fällen kommt bei der Umdifferenzierung nur ein Ovarium zur Ausbildung, und trotzdem entwickeln sich beide Eileiter. HARMS zieht daraus den Schluß, daß die Inkrete des Ovariums *morphogenetisch* wirksam sein können.

WALTER LANDAUER.

**Periodizität der Fortpflanzung in Abhängigkeit von den Mondphasen.** (H. MUNRO FOX, Proc. of the roy. soc. of London, Ser. B, Bd. 95, Nr. B 671, S. 523 bis 550. 1924). Schon im Altertum und noch heute ist im Mittelmeergebiet der Glaube weit verbreitet, daß gewisse eßbare marine Tiere, besonders Seeigel, Muscheln und Krebse, die größte Körpermasse zur Zeit des Vollmondes hätten. Wo die Körpermasse von der Menge des vorhandenen Muskelfleisches abhängt, wie bei den Krebsen, erscheint die Vulgärmeinung von vornherein absurd. Tatsächlich ließ sich zwischen dem spezifischen Gewicht der Schere von männlichen *Neptunus pelagicus* in Suez, das bei gleicher Schalendicke zu dünnchalige Tiere wurden verworfen) wohl lediglich vom Muskelreichtum abhängen dürfte, und den Mondphasen keine Beziehung auffinden. Bei den Seeigeln und Muscheln dagegen kommt es auf den Füllungsgrad

der Gonade an, und daß dieser von den Mondphasen abhängen könnte, ist in Analogie zum Palolowurm u. a. Formen (s. weiter unten) denkbar. Nach den sorgfältigen und ausgedehnten Untersuchungen des Verf. trifft der Volksglaube bei dem in Suez häufigen Seeigel *Centrochinus* (*Diadema*) *setosus* tatsächlich zu. Während der ganzen Fortpflanzungszeit (Juli bis September 1920 und 1921) wurden an Ort und Stelle genügend zahlreiche Seeigel in regelmäßigen Abständen von 2 bis höchstens 8 Tagen an ungefähr der gleichen Stelle gefangen und auf den Zustand ihrer Gonaden hin untersucht. Vornehmlich die Kurven von 1921, in denen besonders zahlreiche Seeigel verarbeitet wurden (jeder Fang durchschnittlich aus 35, mindestens 24, höchstens 42 Tieren bestehend), zeigen einen für beide Geschlechter mit den Mondphasen durchaus übereinstimmenden Verlauf. Das Maximum von Tieren mit nur reifen Geschlechtszellen, ohne Bildungsstadien von solchen überhaupt, findet sich stets unmittelbar vor dem Vollmond. Bei Vollmond wird abgelaicht, und dann setzt lebhaft die neue Bildungsperiode ein, die bis zum nächsten Vollmond sicher längst beendet ist, so daß dann bei demselben Tiere wieder nur reife Keimzellen zu finden sind. Die einzige Erklärungsmöglichkeit, mit der man ohne diese kurzen Entwicklungszeiten der Keimzellen von etwa 1—3 Wochen auskommen könnte, wäre die, daß immer neue Tiere aus der Tiefe emporwanderten, so daß an jedem Vollmond andere laichreife Seeigel am Strande säßen und gefangen würden, nicht aber immer dieselben; doch ist dieser Einwand hier ausgeschlossen. Alle Versuche, die merkwürdige Erscheinung auf bestimmte äußere Faktoren zurückzuführen, schlugen trotz vieler hierauf verwandter Mühe fehl. Die ständig registrierte Wassertemperatur zeigt keine Beziehungen zu den Maxima und Minima der Fortpflanzungsperiode, ebenso unwahrscheinlich ist es nach Lage der Dinge, daß die Gezeiten verantwortlich zu machen wären, indem vielleicht der Wasserdruk, der Seegang oder was sonst indirekte physiologische Wirkungen auslösen könnten. Verf. prüft augenblicklich die Möglichkeit, ob Mondlicht genügend hell ist, um den Sauerstoffverbrauch pigmentierter tierischer Gewebe merklich zu erhöhen, was Licht von gewissen Intensitäten nachweislich tut. Doch würde auch dies keine allgemeine Erklärung abgeben, da zahlreiche Beobachtungen zeigen, daß bei anderen Formen auch bei starker Bewölkung die der Mondphase entsprechenden Tätigkeiten genau so auftreten wie im vollen Mondlichte. Die lufterlektrischen Erscheinungen (ARRHENIUS' Hypothese) sind nicht in den Kreis der Betrachtungen miteinbezogen. — Bei sämtlichen übrigen untersuchten Echinodermen fehlt nun diese Beziehung zum Mondwechsel. *Strongylocentrotus lividus* zeigte in Alexandria von April bis Juli 1921 und 1922 zahlreiche Maxima und Minima (der Prozentzahlen von Tieren mit nur reifen Keimzellen), die 1922 für beide Geschlechter zeitlich stets genau zusammenfielen, während 1921 diese Beziehung bei etwas geringeren Fangzahlen (im Mittel jeder Fang von 1921 aus 28, von 1922 aus 36 Tieren bestehend) nicht deutlich ist. Doch sind die Lagen der Maxima hier völlig unabhängig von den Mondphasen. Das gleiche gilt für Marseille, woher Verf. fixiertes Material (Oktober 1921 bis Februar 1922) erhielt, ferner für Roscoff (Juli bis August 1923) und für Neapel (Ref. November 1912 bis Februar 1913), so daß also im ganzen Wohngebiet des *Strongylocentrotus* der Fortpflanzungsrhythmus unabhängig vom Mondrhythmus ist. Für die Echiniden von Plymouth dürfte dasselbe gelten. Aber auch hier fordert die wohl allgemeiner gültige Tatsache eine Er-

klärung, daß zumeist Männchen und Weibchen gleichzeitig maximal gefüllte Gonaden haben (vgl. *Strongylocentrotus* in Alexandria 1922). Fox zeigte, daß man durch Reizung der Gonadenoberfläche mit einem Kamelhaarpinsel (ebenso auch durch starke, lokalisiert auf die in Luft befindliche Gonade auftreffende Luftströme, Ref.) die Ablage auslösen kann, indem offenbar durch diese Reize die Muskulatur der Gonadenwandung zur Kontraktion veranlaßt wird. Ferner pflegen *sämtliche* maximal reifen Tiere, die beieinandersitzen, abzulaichen, sowie erst einmal *ein* Männchen abzulaichen begonnen hat. Diese Beobachtungen genügen nicht, um schon jetzt die Brücke zu den im einzelnen wohl recht verschiedenen wirksamen äußeren Faktoren zu schlagen. — Bei 3 Mytilusarten in Alexandria und Southampton sowie bei Austern fehlt eine Beziehung zum Mondrhythmus ebenfalls. Austern laichen ab, sobald die Temperatur eine gewisse Schwelle überschreitet. Auch der Volksglaube, daß Kürbispflanzen in Vollmondnächten am raschesten wüchsen, trifft nach Messungen an *Curcubita pepo* nicht zu. Verf. schließt mit einer Zusammenstellung der Tierarten, bei denen bisher eine Abhängigkeit vom Mondrhythmus feststeht. *Anneliden*: Palolowurm des Stillen und des Atlantischen Ozeans (3. und 1. Viertel), *Ceratocephale osawai* in Japan (Voll- und Neumond), *Nereis limbata* in Woods Hole (1. und 3. Viertel), *Platynereis megalops* (1. Viertel), *Nereis dumerilii* (1. und 3. Viertel). — *Leptonereis glauca* (4. Viertel) und *Perinereis cultrifera* (Vollmond). Andere Tiere: der Plattwurm *Convoluta* (*Nippflut*), der den Rhythmus auch im ruhigen Aquariumswasser beibehält, die Käferschnecke *Chaetopleura apiculata* (3. Viertel), endlich der Fisch *Leuresthes tenuis* (kurz nach Vollmond). Bei Pflanzen haben wir positive Angaben über 3 Algen (*Dictyota*, *Sargassum* und *Nemoderma*). Die Schwankungen im Algenreichtum des Planctons, die mehrmals synchron mit dem Mondrhythmus beschrieben wurden, durch die photosynthetische Wirkung des Mondlichtes erklären zu wollen, geht vorerst noch nicht an, da es ungewiß ist, ob das Mondlicht intensiv genug ist, um eine solche auszuüben. Bei *Elodea* fielen entsprechende Versuche des Verf. negativ aus. (Ber. d. gesamt. Physiol. u. experim. Pharmakol. Bd. 25). O. KOEHLER.

On the offspring of rabbit-does mated with two sires simultaneously. (STEFAN KOPEČ, *Journal of Genetics* 13. 1923.) Die interessante Arbeit von KOPEČ berichtet über Versuche, ein weibliches Tier gleichzeitig — d. h. direkt hintereinander innerhalb einer Brunstperiode — von zwei Männchen befruchten zu lassen und über die Frage, ob solche sich gleichzeitig in einem Muttertier entwickelnde Embryonen, die von verschiedenen Vätern herkommen, wechselseitig beeinflusst werden oder sich unabhängig voneinander entwickeln. Die Versuche wurden mit reinrassigen Himalajakaninchen und Silberböcken durchgeführt. Von 24 weiblichen Himalajakaninchen, die während einer Brunstperiode von einem Himalaja- und einem Silberbock direkt hintereinander gedeckt wurden, stammten bei dreien die Jungen von beiden Vätern, während die Würfe der übrigen 21 Tiere nur von einem Vater herrührten. Die Herkunft der neugeborenen Kaninchen läßt sich leicht an der sehr verschiedenen Farbe feststellen. Das Gewicht der Jungen wurde durch Wägung vor dem ersten Saugen bestimmt. Die Muttertiere wurden während der Trächtigkeit alle unter gleichen Bedingungen (Futter, Licht, Feuchtigkeit, Temperatur usw.) gehalten.

Von den 3 Weibchen, die gleichzeitig von 2 Männchen befruchtet worden waren, warf das eine

4 Himalaja- und 2 Bastardjunge; bei den beiden anderen war das Verhältnis 3 : 3 und 3 : 2. Die Betrachtung der Farbe von Jungen aus einem Wurf, der von zwei verschiedenen Vätern her stammt, zeigt, daß ein Teil der Jungen das typische Färbungsmuster der Himalajarasse (weiße Körperfarbe, schwarze Ohren, schwarze Schnauze usw.) zeigen, während die übrigen sich in nichts von der charakteristischen graublauen Farbe von Himalaja-Silberbastarden unterscheiden. Die Farbe der neugeborenen Tiere wie die der ausgewachsenen und der Ablauf dieser Veränderungen sind genau die gleichen, wie wenn Tiere nur eines Vaters sich in der Mutter entwickeln. Das gleiche gilt für die Augenfarbe. Die erste Tochtergeneration von solchen aus doppelter Befruchtung her stammenden Kaninchen zeigt keinerlei Abweichungen in ihrer Färbung.

Vergleichen wir das Gewicht neugeborener reiner Himalajakaninchen mit dem von normalen Bastarden eines Himalajakaninchens und eines Silberbockes, so sehen wir, daß entsprechend der viel stärkeren Größe der Silberrasse das Gewicht der Bastardjungen größer ist als das von reinen Himalajajungen; der Unterschied beläuft sich auf  $6,81 \pm 0,63$  g. Bei den Jungen, die aus Doppelbefruchtungen stammen, ist die Differenz zwischen dem Durchschnittsgewicht der reinen Himalaja- und der Bastardjungen noch größer ( $9,27 \pm 1,43$  g). Es zeigt sich nun bei genauem Vergleich, daß die gleichzeitige Anwesenheit von Himalaja- und Bastardembryonen einen wechselseitigen Einfluß auf das Gewicht ausübt, daß sich also in dieser Hinsicht die Tiere nicht unabhängig voneinander entwickeln. Das Gewicht normaler neugeborener Himalajatiere schwankt von 21–43 g, das von Himalajatiern aus Doppelbefruchtungen von 31–43 g; das Durchschnittsgewicht der letzteren Art unzweifelhaft höher. Bei den normalen Bastardjungen schwankt das Gewicht von 32 bis 49 g, bei jenen aus Doppelbefruchtungen aber von 39 bis 51 g, also auch eine sehr erhebliche Erhöhung des Durchschnittsgewichtes bei den letzteren. Das Gewicht der Jungen hängt, wie K. früher zeigte, in keiner Weise von dem Alter der Mutter ab, wenigstens nicht innerhalb der zwei ersten Lebensjahre derselben, während der die Tierchen zu den Versuchen benutzt wurden. Die Nachkommen ( $F_1$ ) der Tiere aus Doppel-

befruchtungen sind hinsichtlich des Gewichtes ebenso wie der Farbe völlig normal.

K. diskutiert nun die Möglichkeiten, die für die Verursachung dieser gegenseitigen Beeinflussung des Gewichtes der Jungen während des Embryonalentwicklungs in Frage kommen. Wir müssen zunächst den Stoffaustausch zwischen Mutter und Foetus betrachten, der nicht nur Nährstoffe, Salze, Alkaloide usw., sondern auch Antitoxine und Hormone (z. B. Jodothyron) umfaßt, die durch die Placenta von der Mutter in den Embryo gelangen. Andererseits wissen wir, daß auch zahlreiche Stoffe aus dem Embryo in die Mutter kommen. Es ist wahrscheinlich, daß durch den Körper der Mutter eine physiologische Verbindung zwischen den gleichzeitig sich entwickelnden Embryonen besteht (vielleicht gibt es sogar direkte Verbindungen zwischen den Embryonen durch Blutgefäßanastomosen). Dann entwickeln sich aber die Embryonen einer Doppelbefruchtung nicht unter den gewöhnlichen „äußeren“ Bedingungen, sondern es können durch spezifische Substanzen, die durch den mütterlichen Körper von den Embryonen des einen Typus zu jenen des andern gelangen, neue Bedingungen geschaffen werden. Ein derartiges genetisch bestimmtes Merkmal wie das Gewicht der Neugeborenen mag aber unter dem Einfluß solcher neuer Bedingungen von der Norm abweichen. K. faßt die Erscheinung der Gewichtserhöhung bei beiden Typen von Jungen im Falle der Doppelbefruchtung als eine gewöhnliche Modifikation nach BAUR auf; dementsprechend zeigt sich auch keine Erblichkeit dieses Merkmales. Über die Natur dieser hypothetischen Substanzen ist nichts bekannt.

Man könnte nun vermuten, daß sich, dadurch daß diese Substanz im mütterlichen Körper bleibt, bei Tieren, die nach einem von zwei Vätern her stammenden Wurf wieder von einem Himalajabock gedeckt werden, eine Gewichtsänderung auch bei den Jungen des nächsten Wurfes zeigt. Wir hätten dann einen Fall von Telegonie, d. h. von Einfluß eines Vaters, der früher einmal mit der gleichen Mutter Junge gezeugt hatte, auf die Nachkommenschaft des folgenden Vaters. K. konnte keinerlei derartigen Einfluß feststellen und erklärt das damit, daß es eine Grundtatsache der Physiologie ist, daß der Körper Fremdstoffe wieder nach außen schafft. WALTER LANDAUER.

### Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Early telescopes in the Science Museum, from an historical standpoint. (D. BAXANDALL, *Transact. of the oph. soc.* 24, 304–320. 1922/23. 13 +. Vorgetragen den 24. V. 1923.) Der Verfasser legt seiner geschichtlichen Betrachtung über die Entwicklung der Fernrohre eine Reihe von Sammlungsstücken des Science Museum zugrunde. Die Frage, ob ROGER BACON Fernrohre schon kannte oder gar selbst herstellte, ist von MOLYNEUX mit ja, von SMITH mit nein beantwortet worden. Vor einigen Jahren soll BACONS Tagebuch seiner letzten Lebensjahre in chiffrierter Schrift aufgefunden worden sein, und R. NEWBOLD will den Schlüssel der Geheimschrift gefunden haben. Dieses Tagebuch soll Aufzeichnungen über astronomische Beobachtungen enthalten, die nur mit einem Fernrohr angestellt werden können. Der Verfasser kann jedoch näheres über diese Aufzeichnungen nicht berichten.

Es werden dann eine Reihe meist englischer Schriftsteller aufgeführt, deren Ansprüche als Erfinder des Fernrohres zu gelten zum mindesten sehr zweifelhaft sind. Die Namen dieser bei uns unbekanntem Autoren

sind: ROBERT RECORDE (1551), G. B. PORTA (1558), LEONARD DIGGES (vor 1570), JOHN DEE (1570), WILLIAM BOURNE (1585).

Der Verfasser beschäftigt sich im Anschluß hieran mit der bekannten Erzählung von der Erfindung des Fernrohres durch die Kinder oder Lehrlinge irgendeines niederländischen Brillenmachers bzw. durch diesen selbst (Oktober 1608) in Verbindung mit einer Veröffentlichung J. DE KANTUS (1835) „Oorepronkelijske stukken betreffende de Uitrindnig der Verrekijkers binnen de stad Middelburg“ und bringt ein Bild des in Wesel gebürtigen aber in Middelburg ansässigen Brillenschleifers HANS LIPPERSHEY, der nach unseren bisherigen Kenntnissen als Erfinder des Fernrohres zu gelten hat.

Im Jahre 1609 hörte GALILEI in Venedig, daß ein Niederländer dem Grafen Moritz von Nassau ein Glas vorgeführt habe, das weitentfernte Dinge ganz nah erscheinen ließ; über die Konstruktion dieses Fernrohres konnte er näheres jedoch nicht erfahren. Er kehrte nach Padua zurück und erfand — anscheinend ganz unabhängig — ebenfalls das aus einem positiven

Objektiv und einem negativen Okular bestehende Fernrohr, verbesserte die Herstellungsmethode dieser Fernrohre und verwendete sie als erster zu astronomischen Beobachtungen. Eine Abbildung zeigt ein in einem kunstvollen Rahmen gefaßtes Objektiv von etwa 1,5 Zoll Durchmesser und zwei wahrscheinlich auch von GALILEI hergestellte Fernrohre. Das Objektiv soll dem Fernrohr entstammen, mit dessen Hilfe GALILEI die Jupitermonde und die Sonnenflecken entdeckte.

An den beiden Fernrohren von 3 und 4 Fuß Länge fällt auf, daß die Objektive und Okulare, die Durchmesser von 1,75 und 0,75 bzw. 2 und 1 Zoll besitzen, in besonderen Kapseln gefaßt sind, die erheblich größere Durchmesser als die eigentlichen Röhren aufweisen.

Merkwürdig ist die Angabe BAXANDALLS, daß schon sehr bald nach der Erfindung LIPPERSHEYS (in den Jahren 1609–1610) die holländischen Fernrohre, die als „trunk“, „perspective“ oder „cylinder“ bezeichnet wurden, Eingang in England gefunden hatten. Dagegen fand das von KEPLER im Jahre 1611 erfundene Fernrohr mit konvexer Okularlinse erst Verbreitung, nachdem es 1630 in SCHEINERS „Rosa Ursina“ beschrieben wurde.

Es wird sodann die Weiterentwicklung des Keplerschen Fernrohres durch SCHEINER, die Erfindung des bildaufrichtenden Okulars durch RHEITA (desen Name eigentlich von SCHYRLE lautet) und des Fadentmikrometers durch WILLIAM GASCOIGNE erwähnt. Neben zahlreichen astronomischen Beobachtungen hat sich GASCOIGNE auch mit der trigonometrischen Berechnung des Strahlenverbrauchs durch Linsen beschäftigt. Er ist in der Schlacht bei Marston Moor 1644 gefallen.

Um starke Vergrößerungen zu erzielen und die Farbenfehler möglichst gering zu halten, ging man dazu über, Objektivlinsen mit langer Brennweite zu verwenden. HUYGENS stellte 1659 ein Objektiv von 23 Fuß Brennweite und  $2\frac{1}{3}$  Zoll Öffnung her, mit dem es ihm zum erstenmal gelang, die wahre Form der Saturnringe zu erkennen. Neben der Erfindung des zweiteiligen Okulars wird noch die Herstellung einer Objektivlinse von 210 Fuß (64 m) durch HUYGENS erwähnt. Um die gewaltigen Rohrlängen zu verkürzen, macht ROBERT HOOKE 1668 den Vorschlag, den vom Objektiv ausgehenden Strahlenkegel an mehreren ebenen Spiegeln zu reflektieren. Erst in unserer Zeit hat dieser Vorschlag bei den Prismenfeldstechern in großem Maßstab seine Verwirklichung gefunden.

Es kommt dann die Zeit, in der die Ansicht NEWTONS Verbreitung gewinnt, daß die Fernrohre nicht mehr wesentlich verbessert werden könnten, weil die Farbenfehler der Linsen nicht zu beseitigen sind. NEWTON beschäftigte sich deshalb selbst mit der Herstellung von Spiegelteleskopen. Einer dieser Reflektoren, der noch von der Royal Society aufbewahrt wird, wurde 1671 in London dem Könige vorgeführt. Es finden dann noch die Spiegelteleskope GREGORYS und CASSEGRAINS Erwähnung. Inzwischen, von 1672–1722, wurden Linsen-Zugfernrohre weiterhin handwerksmäßig hergestellt. Von diesen sind in einer besonderen Abbildung fünf Stück mit Objektivbrennweiten von 0,3–1,3 m dargestellt, die in Ausführung und Form stark an die italienischen Fernrohre erinnern, mit denen in Venedig schon lange vorher ein regelrechter Handel betrieben wurde.

Im Jahre 1721 brachte es JOHN HADLY fertig, dem Spiegel des Gregoryschen Teleskops eine hinreichend genaue parabolische Form zu geben, was zur Folge

hatte, daß nun die Herstellung von kleinen Spiegelfernrohren von verschiedener Seite aufgenommen wurde. JAMES SHORT verbesserte abermals die Parabolspiegel, die er zuerst aus Glas und dann aus Metall verfertigte, und baute in dem Zeitraum von 1732 bis 1768 nicht weniger als 1400 Spiegelteleskope. Die Abmessungen dieser Fernrohre waren jedoch nicht sonderlich groß. Spiegel mit 9 Zoll Durchmesser gehörten schon zu den größeren Exemplaren.

Nun kam die Erfindung der achromatischen Fernrohrobjektive: CHESTER MOORE HALL hat 1733 das erste achromatische Objektiv durch GEORGE BASS herstellen lassen. CHESTER MOORE HALL hat nie darüber etwas veröffentlicht. JOHN DOLLOND — der durch BASS davon Mitteilung erhalten haben soll — hat dann als erster auf wissenschaftlicher Grundlage achromatische Linsen hergestellt. Ein Fernrohr aus J. DOLLONDS Zeit von 1758–1761 mit einer Objektivöffnung von 10 cm ist abgebildet. Die Auszüge dieses Fernrohres sind nicht rund, sondern merkwürdigerweise vierkantig. Eine andere Abbildung zeigt eine Reihe kleinerer Dollondscher Fernrohre zum Teil holländischer und zum Teil Keplerscher Konstruktion mit bildaufrichtenden Okularen und einem Prismensatz, den DOLLOND zur Demonstration des Prinzips der achromatischen Linsen verwendet hat. Die größten Objektivdurchmesser dieser Fernrohre sind 4 cm, und die Öffnungsverhältnisse schwanken zwischen 1:17 und 1:27.

Schließlich berichtet der Verfasser noch über Spiegelteleskope FRIEDRICH WILHELM HERSCHELS, indem er dessen eigene Mitteilungen aus dem Jahre 1795 zugrunde legt. Ein Newtonsches Spiegelfernrohr von 7 Fuß Länge, mit dem HERSCHEL am 13. März 1781 den Planeten Uranus entdeckt haben soll, ist abgebildet. Die Poliermaschine, die HERSCHEL selbst konstruiert und womit er selbst den 6-Zoll-Spiegel für dieses Fernrohr hergestellt haben soll, befindet sich ebenfalls im Museum.

Die hier in großen Zügen geschilderte Abhandlung D. BAXANDALLS über alte Fernrohre im Science Museum ist auf alle Fälle ein bemerkenswerter Beitrag zur Geschichte des Fernrohres. H. HARTINGER.

On the form of the wave-surface of refraction. (A. WHITWELL, Trans. of the Opt. Soc. 24, 209–225. 1922/23 [rec. 6. III. 23, read and disc. 12. IV. 23].) Nach dem Satze von MALUS behalten Strahlenbündel, die zu einer Schar von Parallelfächern senkrecht stehen, diese Eigenschaft auch nach beliebig vielen Brechungen und Spiegelungen an einfach brechenden Mitteln; und da von einem Dingpunkte ausgehende Strahlen auf allen Kugelflächen um diesen Punkt senkrecht stehen, bilden sie nach beliebig vielen Brechungen und Spiegelungen stets Normalenbündel. Von diesem Satze gehen die meisten allgemeinen Behandlungen der geometrischen Optik aus.

Die sog. Lichtwege zwischen zwei ausgewählten Normalflächen sind gleich, nach der Undulationstheorie werden daher alle Punkte einer Normalfläche von der Lichtwelle zur nämlichen Zeit erreicht, weshalb man auch von einer Wellenfläche spricht. Die Normaleneigenschaft bleibt den Strahlen auch erhalten, wenn man sie von der brechenden Fläche rückwärts verlängert; die Normalflächen haben dann freilich nicht mehr dieselbe physikalische Bedeutung, doch geben viele Schriftsteller ihnen doch den Namen der Wellenflächen (z. B. A. GULLSTRAND).

Verfolgt man den Lauf des Strahlenbündels, so steht es auf unendlich vielen Flächen senkrecht, die ihre Gestalt allmählich ändern; die Whitwellsche Arbeit

verfolgt den Zweck, dem Leser eine Vorstellung von dieser Gestaltsänderung zu geben. Der Verfasser weist zunächst auf frühere Versuche und behandelt dann eine Anzahl einfacher Fälle. Es falle eine „ebene Welle“ (in der Sprache der geometrischen Optik: das von einem unendlich fernen Punkt ausgehende Strahlenbündel) auf eine brechende Fläche  $bR$ , beispielsweise sei  $n = 3/2$ . Man ziehe zu einer Anzahl einfallender Strahlen in einer Meridianebene nach irgendeinem Zeichenverfahren die gebrochenen, mache auf jedem rückwärts  $bc = 2/3 a'b$ , wo  $a'$  der Schnittpunkt des einfallenden Strahles mit der Scheiteltangentialebene,  $b$  der Schnittpunkt mit der brechenden Fläche ist. Die durch Verbindung aller Punkte  $c'$  entstehende Kurve ist die Meridiankurve einer Normalfläche, doch scheidet sich WHITWELL, dem Gullstrandschen Brauche zu

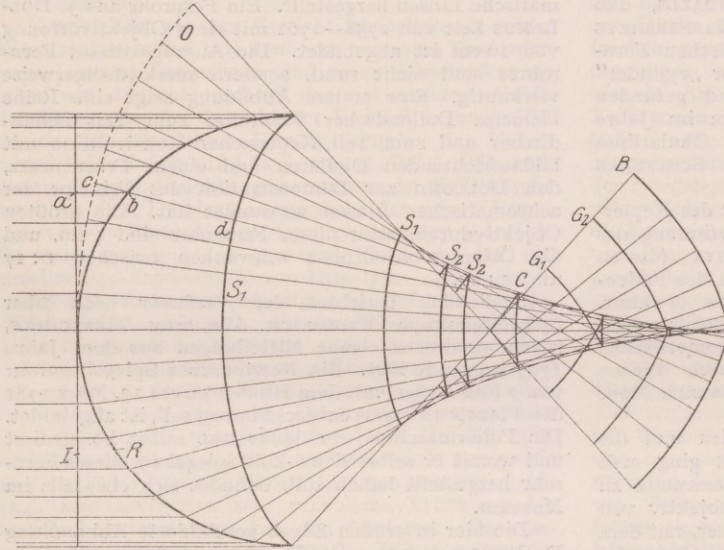


Fig. 1 (dem Withwellschen Aufsatz entnommen). Verlauf der Wellenflächen bei einer ebenen Welle, die durch eine sammelnde Kugelfläche  $Bb$  geht; kennzeichnend für den Fall einfacher Unterkorrektion. Die Kaustik geht durch  $S_1, S_2, S_2, C$  und die Spitze.

folgen und spricht hier nicht von einer Wellenfläche, an einer anderen Stelle wenigstens nur von einer virtuellen Wellenfläche. Um Wellenflächen zu erhalten, muß man auf den gebrochenen Strahlen gleiche Stücke  $cd$  abtragen.

Die nächsten Flächen entstehen durch Drehung der Kurven  $S_1$ , WHITWELL spricht von der Form (Typus) eines „saucer“ (Napf). Wo die äußersten Strahlen die Kaustik treffen, entstehen Spitzen an der Meridiankurve, die weiterhin die Gestalt  $S_2$  annimmt, die Wellenfläche wird ein „saucer with inturned edges“ (Napf mit Krepfenrand). Wo die äußersten Strahlen einander in der Achse schneiden, hat die Meridiankurve die Form  $C$ , die Wellenfläche wird eine „closed surface“ (Napf mit geschlossener Krempe = Fußform)<sup>1)</sup>. Noch weiter entsteht ein Doppelpunkt, die Meridiankurve sieht aus wie  $G_1$  oder  $G_2$ , die Wellenfläche wie ein „goblet“ (Kelch mit Fuß). Der Fuß zieht sich mehr und mehr zusammen, bis man zur

Spitze der Kaustik (dem Achsenbildpunkte) gelangt; von da ab sieht die Meridiankurve wie  $B$  aus, WHITWELL spricht von einem „basin“ (fußloser Kelch, Schüssel).

Um Mißverständnisse zu vermeiden, sei darauf aufmerksam gemacht, daß die letzte Meridiankurve nicht etwa eine Ecke in der Achse hat. Der Fuß des Trinkkelchs hat sich in der Spitze der Kaustik zu einem isolierten singulären Punkte zusammengezogen, der auf der Fläche liegt. Weiter hinaus wird sich die „basin“-Form mehr und mehr der „saucer“-Form nähern.

WHITWELL prüft noch mehrere Reihen von Wellenflächen, die sich durch einfache Fälle der Brechung ebener und sphärischer Wellen an sammelnden oder ebenen Flächen bilden. Es folgen stets die fünf Formen, doch kann es sein, daß eine oder die andere Form nur im „virtuellen“ Gebiet, von der brechenden Fläche rückwärts, entsteht.

Die erwähnte Reihenfolge kennzeichnet die einfache sphärische Unterkorrektion, bei einfacher Überkorrektion ist sie entgegengesetzt, WHITWELL erwähnt die Brechung einer ebenen Welle an einer hohlen Fläche; hier sind alle Wellenflächen, die nicht von „saucer“-Form sind, virtuell.

Bei schief einfallenden Bündeln läßt sich die Koma, wenigstens in den einfachsten Fällen, dadurch berücksichtigen, daß man sich unsymmetrische Stücke aus der Kurve und der Fläche herausgeschnitten denkt. Bei Brechung an torischen Flächen werden die Schnittkurven mit beiden Hauptebenen verschieden sein, und es können auch die eine der einen, die andere einer anderen der fünf Formen angehören.

WHITWELL macht darauf aufmerksam, daß die Länge des „Kelchfußes“ den Phasenunterschied zwischen der Achse und dem durch den Doppelpunkt gehenden Strahl darstellt, und gibt dafür eine Formel nach CONRADY.

Beugungsspektren werden durch die Randstrahlen entstehen, daher werden sie am Schnittpunkt der Randstrahlen, bei der Fußform  $C$  – und nur bei ihr –

in der Mitte des Feldes erscheinen. Dagegen bilden sich die bekannten Interferenzen durch Phasenunterschiede in dem Raum zwischen Kaustik und Randstrahlen, also bei der Form  $S_2$  und bis zur Spitze der Kaustik, von  $C$  ab auch in der Mitte.

Zum Schlusse berechnet WHITWELL noch die Aperturen, die in einem einfachen Falle zu bestimmten Phasenunterschieden gehören, er führt eine Größe „depth of focus“ ein: die Länge des Kelchfußes für einen Phasenunterschied von  $\pi/4$ , wo noch keine „schädliche Interferenz“ eintritt.

In Aussprache bemerkte T. T. SMITH, daß das Whitwellsche Zeichenverfahren nur bei großen Abweichungen möglich sei. Er verwies darauf, daß man in anderen Fällen sich irgendwie (etwa aus den durch Durchrechnung festgestellten Längsabweichungen) eine Gleichung für eine Wellenfläche verschaffen (vgl. z. B. K. STREHL, Ztschr. f. Instr. 20, 226. 1900) und dann mit beliebiger Vergrößerung rechnen könne.

BAKER erwähnte ebenfalls ein Zeichenverfahren und machte darauf aufmerksam, daß die Formen verwickelter werden, wenn nicht einfache Unter- oder Überkorrektion, sondern Zonen und Korrektion eines rand-

<sup>1)</sup> Eine solche Hohlform, etwa aus Glas geblasen, könnte als isolierender Fuß bei elektrischen Versuchen verwandt werden.

nahen Strahles vorliegen, wie bei den gewöhnlichen „sphärisch korrigierten“ Objektiven. Er gab für den

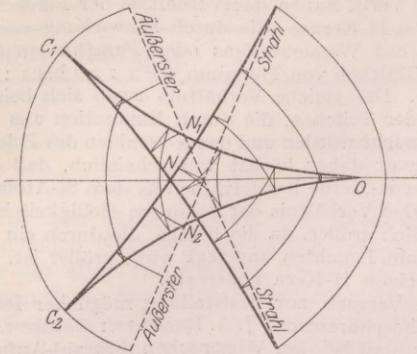


Fig. 2 (gezeichnet von BAKER, zum Whitwellschen Aufsatze, S. 223). Verlauf der Wellenflächen beim gewöhnlichen Gang der Zonen eines „korrigierten“ Objektivs. Die fette Linie durch  $C_1OC_2$  ist die Kauistik, sie hat drei Spitzen.

Fall eine Zeichnung. WHITWELL wies darauf hin, daß bei Verringerung der Apertur auch in diesem Falle seine fünf Formen entstünden. H. BOEGEHOLD.

**New Types of Levelling Instruments using Reversible Bubbles.** (T. F. CONOLLY, Transact. of the Optical Soc. Bd. 25, Nr. 1, London 1923/24.) Der Verfasser wird von der Absicht geleitet, die Justierung von Nivellieren mit Reversionslibelle noch mehr zu vereinfachen, als dies bei Verwendung von biaxialen Fernrohren möglich ist, und damit gleichzeitig die Herstellung von Nivellieren zu verbilligen.

Sein Vorschlag geht dahin, möglichst symmetrische Reversionslibellen zu verwenden, auf Ober- und Unterseite je den Spielpunkt der Libelle bei horizontaler Libellenachse möglichst sorgfältig zu bezeichnen und zur Einstellung ein Ablesesystem nach Art des der Firma Carl Zeiss geschützten Prismensystems zur Libellenablesung zu verwenden, das seinerseits auf den jeweiligen Spielpunkt eingestellt wird. Die wahre Horizontrichtung wird so als Mittel aus nur 2 Lattenablesungen erhalten im Gegensatz zu den 4 Ablesungen bei Verwendung eines biaxialen Fernrohres mit ungeteilter Reversionslibelle. Die weitere Justierung des Instrumentes vereinfacht sich dadurch, daß man weder eine Berichtigung des Fadenzweizes noch der Libelle vorzunehmen braucht, sondern nur das Ablesesystem so verschiebt, daß bei richtiger Einstellung des Fernrohres die Libelle im Ablesesystem einspielt. Es ist dies letztere derselbe Justierungsvorgang, wie er auch an Zeiss-Nivellieren vorgenommen wird.

Die Genauigkeit der Instrumentenjustierung nach CONOLLY hängt vollständig von der Sorgfalt ab, mit der die Bezeichnung der Spielpunkte erfolgt ist und von der Beständigkeit der Spielpunkte gegenüber der Teilung. Bei Präzisionsnivelements wird man jedoch auf eine Prüfung dieser Elemente nicht verzichten wollen. V. GRUBER.

**Some new thermoelectrical and artinoelectrical properties of molybdenite.** (W. W. COBLENTZ, Sc. papers of the Bur. of Stand. 19, S. 375—418, Nr. 486. 1924.) Diese Arbeit ist ein Glied aus der langen Reihe von Publikationen, die der Verfasser im Laufe der letzten fünf Jahre über lichtelektrisches Leitvermögen und damit zusammenhängende Eigenschaften natürlicher und synthetischer Metallverbindungen veröffentlicht hat.

Hier werden speziell für Molybdänglanz drei unterschiedliche Effekte genauer beschrieben, die bei Bestrahlung des Minerals auftreten können: 1. rein thermoelektrische Erscheinungen, die also lediglich der Erwärmung einer Berührungsstelle zwischen dem Mineral und dem Zuleitungsdraht zuzuschreiben sind; diese können innerhalb weiter Grenzen je nach der Materialprobe schwanken, so daß gegen Kupfer manchmal positive, manchmal negative Potentiale auftreten. 2. Ein aktinoelektrischer Effekt, der im Auftreten elektromotorischer Kräfte bei Bestrahlung einzelner Punkte des Minerals besteht; sehr dicht benachbarte Stellen können positive oder negative Effekte aufweisen, aber auch an ein und derselben Stelle können durch verschiedene Wellenlängen teils positive teils negative Effekte hervorgerufen werden; der wirksame Spektralbereich liegt stets zwischen  $0,65$  und  $1 \mu$ ; dieser Effekt besitzt keinerlei Trägheit. 3. Der sonst schon ausführlich besprochene lichtelektrische Leitungseffekt: durch die Bestrahlung mit Licht der Wellenlänge  $0,3-2 \mu$  wird der elektrische Widerstand des Minerals, wie er galvanometrisch in einem Stromkreis mit einer äußeren elektromotorischen Kraft (Batterie) gemessen wird, herabgesetzt. Dieser Effekt besitzt sowohl beim Einsetzen als nach Abblendung der Belichtung in der Regel starke Trägheit; auch er ist häufig auf einzelne kleine Stellen des Minerals lokalisiert, doch fallen diese Stellen in der Regel nicht mit denen der größten aktinoelektrischen Empfindlichkeit zusammen. Ist dies gleichwohl der Fall, so ist die Folge eine ziemlich ausgesprochene unipolare Leitfähigkeit des Minerals bei Bestrahlung. Wegen der zahlreichen Einzelheiten über die Abhängigkeit der drei Effekte von Temperatur, Dauer und Intensität der Bestrahlung, Wellenlänge des erregenden Lichtes usw. muß auf die Originalarbeit verwiesen werden.

PETER PRINGSHEIM.

**Testing**, eine internationale Zeitschrift für Materialprüfungen. Unter amerikanischer Führung sind die vor dem Kriege begonnenen und dann unterbrochen gebliebenen Versuche einer internationalen gemeinsamen Arbeit auf dem Gebiete der Materialprüfung wieder aufgenommen worden. Diese Versuche haben in der Gründung einer in Amerika monatlich erscheinenden Zeitschrift, die ständige Mitarbeiter in allen Kulturländern hat, ihren äußeren Ausdruck gefunden. Die erste Nummer dieser Zeitschrift ist im Januar 1924 in New York bei Pullmann erschienen.

Daß die *Materialfrage* heute bei der Konstruktion an erster Stelle steht, ist eine Binsenwahrheit. Dementsprechend erhält auch die *Materialprüfung* eine ständig steigende Bedeutung und entwickelt sich in der letzten Zeit besonders schnell. Jedoch sind die prinzipiellen Schwierigkeiten auf diesem Gebiete außerordentlich groß. Zwischen der an einem Normalstück ausgeführten Prüfung und der praktischen Konstruktion mit ihrer ganz andersartigen Beanspruchung klafft noch eine unüberbrückbare Lücke, auf die neuerdings besonders LUDWIK<sup>1)</sup> hingewiesen hat, und die durch prinzipielle Untersuchungen zu beseitigen wäre. Diese prinzipielle Unzulänglichkeit hat zur Folge, daß in der Materialprüfung das meiste konventionell ist. Will man aber auf dem Boden der Konvention gemeinsam arbeiten, so muß man sich vorher verständigen.

Alle diese Gründe lassen es besonders wertvoll erscheinen, wenn die führenden Fachleute der einzelnen Nationalitäten Gelegenheit finden, sich über die wichtigsten schwebenden Fragen zu äußern und die Meinung ihrer Fachgenossen anderer Nationalitäten kennen-

<sup>1)</sup> Zeitschr. f. Metallkunde 1924, Heft 6.

zulernen. Das erste Heft des *Testing* bringt eine Reihe wertvoller, meist kürzerer Beiträge (z. B. Prüfung von Drähten und Drahtseilen von R. G. BATSON, England, National physical Laboratory; über die Schlag-Kerb-Probe — eine prinzipielle Untersuchung — von S. FIL-LUNGER in Wien; über das Duralumin von W. FRAENKEL und E. SCHEUER; über das Carbometer, einen Apparat zum direkten Ablesen des Kohlenstoffgehaltes des Eisens auf magnetischem Wege von RUSSELL and EDDY, New York; eine neue, einfache und allgemeine Methode zur Untersuchung von Schmierölen und Lagermetallen von R. V. DALLWITZ-WEGENER, Heidelberg, usw.). Der erste Aufsatz ist von HADFIELD (über die Wichtigkeit der Spezialstähle in der Industrie)<sup>1)</sup>. Auf einige dieser Arbeiten werden wir Gelegenheit haben, etwas ausführlicher zurückzukommen.

Die erfreuliche Einstellung der Arbeiten auf das Prinzipielle und die Wichtigkeit der Fragen, die in vielen von ihnen behandelt werden, macht sie auch für diejenigen bedeutungsvoll, die sich nicht unmittelbar mit Materialprüfung befassen.

Die Zeitschrift enthält einen Fragekasten, der anscheinend hauptsächlich von Amerikanern in Anspruch genommen wird. Die sehr guten Antworten verfaßt die Redaktion, in schwierigeren Fällen werden die ersten Fachleute herangezogen. Die Zeitschrift wird in erster Linie von Amerikanern, in zweiter von Engländern gelesen werden. Sie erscheint in englischer Sprache in Amerika und ist dort am leichtesten zugänglich. Ihr Inhalt gibt die Gewähr dafür, daß sie auch bei uns von ersten Fachkreisen ihrer Bedeutung entsprechend verfolgt werden wird.

Daß diese Zeitschrift als eine erfreuliche Etappe der Entwicklung sachlicher internationaler Zusammenarbeit zu begrüßen ist, braucht nicht betont zu werden.

G. MASING.

**Das Bandenspektrum von Boroxyd und -Nitrid.** W. JEVONS: Nature vom 31. Mai. Durch die Untersuchung von Mulliken (ref. diese Zeitschr. 1924, S. 691) veranlaßt, hat JEVONS erneut die Anregungsbedingungen der Bande untersucht, die er seiner Zeit dem Bornitrid zuschrieb, während Mulliken geneigt war anzunehmen, daß sie aus dem Bormonoxyd stammt.

Verf. läßt eine Entladung durch Sauerstoff und  $\text{BCl}_3$  gehen unter Bedingungen, die, wie er an andern Substanzen feststellte, besonders günstig für das Entstehen der Oxydbanden sind; es müßte also in diesem Falle das Entladungsspektrum die Boroxydbanden enthalten. Dies ist auch für die bekannten Banden im Sichtbaren der Fall, und zwar sind sie besonders gut ausgebildet. Aber die in Frage stehende Bande ist zweifellos nicht vorhanden. Das ist mit der Mullikenschen Deutung unvereinbar, wogegen die Deutung als Bornitrid-Bande deswegen richtig zu sein scheint, weil sie bisher nur beobachtet wurde, wenn die Entladung in einem Sauerstoff-Stickstoff-Gemisch vor sich ging.

**Die Helligkeit der Szintillationen von H-Kernen und  $\alpha$ -Teilchen.** ELISABETH KARA-MICHAILOVA und HANS PETERSSON: Nature vom 17. Mai. Die Frage der relativen Helligkeit der Szintillationen ist von Wichtigkeit bei der Entscheidung, ob bei der Zertrümmerung der Elemente durch  $\alpha$ -Strahlen die Szintillationen wirklich von H-Kernen der zertrümmerten Stoffe oder von

<sup>1)</sup> Die verschiedenen Hadfield-Stähle sind so ausgezeichnet und so allgemein bekannt, daß es nicht einzusehen ist, warum der Verfasser es für notwendig findet, sie hier selbst so nachdrücklich zu loben.

$\alpha$ -Strahlen langer Weglänge der radioaktiven Substanz stammen.

Die Verf. haben das Verhältnis der Flächenhelligkeit von H-Kernen, die durch Einwirkung von Emanation auf Wasserstoffgas oder Paraffin entstanden, und  $\alpha$ -Teilchen von Polonium wie 1 : 2,7 bis 1 : 3,0 gefunden. Das gleiche Verhältnis ergab sich beim Vergleich der Teilchen, die durch Emanation aus Quarz frei gemacht wurden und den  $\alpha$ -Strahlen des Poloniums. Es scheint daher höchst wahrscheinlich, daß es sich hier um H-Kerne handelt, die aus dem Si-Atom stammen. Das Verhältnis der gesamten Helligkeit ist noch wesentlich größer, da die Fläche, die durch ein  $\alpha$ -Teilchen zum Leuchten angeregt wird, größer ist, als die durch einen H-Kern angeregte.

**Ein Versuch zur Feststellung möglicher Röntgenstrahlphosphoreszenz.** J. A. BEARDEN: Nature 14. Juni. Daraus, daß bei den Wilsonschen  $\beta$ -Strahl-Aufnahmen mit der Nebelmethode Paare von zusammengehörigen Spuren vorkommen, die verschieden scharf sind, muß man schließen, daß die beiden Partikel, die sie verursachen, zu verschiedenen Zeiten emittiert werden. WILSON schätzt die Zeitdifferenz roh auf etwa 0,001 sec. Dabei schreibt er die erste Spur dem durch die primäre Röntgenstrahlung emittierten Photoelektron zu, während die zweite Spur mit der entstehenden Phosphoreszenzstrahlung zusammenhängen soll.

Verf. sucht nun nach dieser Phosphoreszenz bei festen Körpern, indem er Intensitätsverschiebungen der an einer schnell rotierenden Scheibe gestreuten Strahlung mißt. Er kommt aber zu dem Resultat, daß bei Eisen und Aluminium diese Zeitdifferenz weniger als  $10^{-5}$  sec. betragen muß. Da die Versuche hier mit Elementen höherer Atomnummer als bei WILSON und mit festen Körpern statt mit Gasen angestellt sind, braucht man sie nicht unbedingt als Widerlegung der Wilsonschen Deutung aufzufassen.

**Nickel in alten Bronzen.** (RAYMOND A. DART, Nature vom 21. Juni.) In einem Brief an Nature macht R. A. DART darauf aufmerksam, daß als Ursprung prähistorischer Bronzen nicht nur die nächste Umgebung der Fundstelle in Betracht zu ziehen ist, wie es SEBELIEN in einem Aufsatz, der in dieser Zeitschrift referiert wurde (Bd. 12, S. 196), tut, sondern daß für Ägypten sicher auch Süd-Afrika als Erzquelle in Betracht kam. Dies scheint aus zwei Gründen wahrscheinlich. Erstens einmal das von SEBELIEN erwähnte Vorkommen von Nickel in Ägyptischen Bronzen. Im Transvaal ist 1912 in einem kleinen Schlackehaufen ein Bronzestück von vorzüglicher Zusammensetzung und 3% Ni-Gehalt gefunden worden — anscheinend aus einem Schmelzofen übergeflossen — und zwar weit entfernt von jeder Kupfermine. Auch gibt es in ganz Transvaal kein Erz, das von selbst die gleiche Bronze ergeben würde. Man muß daher auf absichtliche Zusammensetzung schließen. Da hierzu keine der einheimischen Rassen imstande gewesen wäre, muß die Ausbeutung durch fremde Seefahrer erfolgt sein. Zweitens aber können wir überschlagsmäßig errechnen, wie viel Erz in prähistorischer Zeit aus den Minen in Transvaal und Rhodesien gewonnen worden ist; es ergeben sich da so große Zahlen, daß es ausgeschlossen ist, daß diese Erzmengen in Süd-Afrika selbst ihren Markt gefunden haben sollten. Man kann sich aus den gewonnenen Zahlen auch ein Bild machen von der Ausdehnung des Handels entlang der Ostafrikanischen Küste längst ehe die Europäer dahin kamen.

V. SIMSON.