

Die Bildung des Gletscherkorns.

Von G. TAMMANN, Göttingen.

Das Fließen der Gletscher zu Tal wurde früher auf die Erniedrigung des Schmelzpunktes des Eises durch Druck zurückgeführt. Durch Schmelzen an Stellen höheren Druckes und Wiederkristallisieren an Stellen geringeren Druckes sollten die Eismassen durch „Regelation“ ins Fließen geraten. Die Versuche von O. MÜGGE haben aber gezeigt, daß Eiskristalle auch durch Gleitung deformiert werden können. Es ist also nicht notwendig, das Fließen der Gletscher in allen Fällen auf Regelation zurückzuführen. Eine Eissäule von 500 m würde an ihrer Basis bei Temperaturen unter $-0,4^{\circ}$ nicht mehr abschmelzen, und doch findet Gletscherbewegung noch bei viel tieferen Temperaturen statt.

Das Gletschereis ist ein Krystallitenkonglomerat, bestehend aus polyedrischen Körnern, welche zueinander regellos kristallographisch orientiert sind. Die Flächen der einzelnen Körner sind nicht Krystallebenen, sondern zufällige Begrenzungsflächen. Im Gegensatz zum Gletschereis ist das See- oder Flußeis ein Einkrystall, dessen optische Achse senkrecht zur Oberfläche des Wassers steht, auf dem das Eis schwimmt.

Dementsprechend vollzieht sich auch das Schmelzen des Gletscher- und Flußeises in ganz verschiedener Weise¹.

Ein Flußeisstück schmilzt in warmer Luft in Schichten regelmäßig ab. Der Rest bleibt durchsichtig, ohne daß in ihm Spalten entstehen. Das Flußeisstück ist ein Einkrystall. Beim Abschmelzen eines ursprünglich vollkommen homogen erscheinenden Gletschereisstückes bilden sich im Eise zahlreiche dünne, mit Wasser gefüllte Spalten, aus denen das Wasser mit der Zeit abfließt und Luft eindringt. Das Stück zerfällt beim Auftauen in unregelmäßig geformte Brocken. Jeder Brocken schmilzt nachher für sich wie ein Stück homogenen Flußeises. Das Gletschereis ist also im Gegensatz zum Fluß- oder Seeis ein Krystallitenkonglomerat, dessen Eiskörner eine unregelmäßige polyedrische Gestalt haben, begrenzt von meistens gekrümmten Flächen, die miteinander im ursprünglichen Gletschereis so zusammengefügt sind, daß man sie nicht auseinanderreißen kann.

Zwischen den Körnern befindet sich bei sehr tiefen Temperaturen eine kristallisierte eutektische Schicht, die bei Temperaturerhöhung schmilzt und bei weiterer Temperaturerhöhung sich durch Schmelzen verdünnt. Das Schmelzen eines Stückes Gletschereises wird also immer an den Grenzen der Gletscherkörner eintreten und von diesen aus fortzuschreiten müssen, weil hier die tiefsten Schmelz-

temperaturen bestehen. Infolgedessen wird schließlich das Stück Gletschereis in Körner zerfallen. Dieser Vorgang beim Schmelzen ist also ein Beweis dafür, daß zwischen den Körnern Schichten tieferer Schmelzpunkte als der des Eises vorhanden sind. Die betreffenden eutektischen Lösungen bestehen aus Wasser, Salzen und gelösten Gasen (NaCl, NH_4NO_3 , NH_4NO_2 , CO_2 , O_2 , N_2 und H_2O_2).

Der Hochschnee besteht aus lockeren hexagonalen Sternchen, der Firnschnee ist ein Konglomerat aus rundlichen Körnern von Erbsengröße, zwischen denen je nach der Temperatur mehr oder weniger Wasser vorhanden ist. Das Gletscherkorn hat da, wo es unter dem Firnschnee hervortritt, die mittlere Größe von Haselnüssen und wächst in der Richtung zum unteren Ende des Gletschers bis zur Größe eines Hühnereies an. Doch kommen auch Körner bis zu einem Durchmesser von 10 cm vor. Ein Übergang vom Firnschneekorn zum Gletscherkorn ist nicht beobachtet worden. Die Kornvergrößerung findet in tieferen Schichten statt, und das Fließen des Gletschers ist notwendig für diese Umwandlung.

Auf Grund folgenden schönen Versuches ist A. HEIM zu folgender Erklärung der Bildung des Gletscherkorns gelangt. Zwei Eiskristalle backen, wenn sie sich mit gleichwertigen kristallographischen Ebenen berühren, schnell und vollständig zusammen, während sonst nur ein lockereres Zusammenbacken stattfindet und beim Auseinanderbrechen der beiden Stücke auf der Berührungsebene sich Vertiefungen und Höcker gebildet haben.

Auf Grund dieses Versuches dachte er sich die Gletscherkornvergrößerung dadurch zustande gekommen, daß beim Fließen des Gletschers zu Tal Drehungen der einzelnen Krystallite gegeneinander stattfinden, wodurch es hier und da zu gleicher Orientierung beider Krystallite kommen kann, welche dann zur Vereinigung beider Körner zu einem führt.

HEIM hat die Verschiebung der Grenze zwischen zwei sich berührenden, verschieden orientierten Krystallstücken für nicht möglich gehalten. Erst die Erfahrungen an anderen Krystallitenkonglomeraten haben das Stattfinden jenes Vorganges erwiesen, und damit die Umgruppierung der Moleküle des einen der beiden Krystallite.

Einige Beobachtungen über die Rekrystallisation des Eises wurden im vorigen harten Winter ausgeführt, deren Resultate im folgenden wiedergegeben sind¹.

¹ G. TAMMANN und K. L. DREYER, Z. anorg. u. allg. Chem. 182, 305 (1929).

¹ A. HEIM, Gletscherkunde 1885.

1. Die Korngrenzenverschiebung.

Schnee ist zwischen 0° und -6° so plastisch, daß er sich zu durchsichtigen Pastillen pressen und zu sehr dünnen Eisplättchen (bis 0,1 mm) walzen läßt. Bei tieferen Temperaturen backt bekanntlich der Schnee unter dem Druck der Hand nicht mehr und läßt sich auch nicht mehr zu durchsichtigen und zusammenhängenden Pastillen pressen. Versucht man bei -10° solche Pastillen herzustellen, so sind dieselben undurchsichtig und bröcklig. Das Walzen des Schnees wurde zwischen zwei Zinkblechen von 0,5 mm Dicke vorgenommen. Nach einem Walzstich, bei dem die Zinkbleche noch nicht deformiert wurden, wurden die Bleche auseinandergerissen und das Eisplättchen von seiner Unterlage abgehoben.

Gleich nach dem Walzen des aus Schnee hergestellten Plättchens sieht man unter dem Mikroskop ein sehr feines polygonales Netzwerk, welches die einzelnen Eiskrystallite voneinander trennt. Zwischen gekreuzten Nikols sieht man bei dünnen Plättchen Felder verschiedener Helligkeit, die scharf begrenzt nebeneinanderliegen, und deren Grenzen mit der polygonalen Zeichnung übereinstimmen. Ist die Dicke des Plättchens etwa 0,3 mm, so sind die einzelnen Krystallite lebhaft und verschieden gefärbt; doch ist dann die Begrenzung zweier Felder verschiedener Farbe nicht mehr so deutlich, weil mehrere Krystallitenschichten einander überlagern. Nach O. MÜGGE¹ ist die Gleit Ebene des Eises die hexagonale Basis; die Gleitrichtung ist nicht bekannt. Man sollte daher erwarten, daß die Eisplättchen gleich nach dem Walzen keine Doppelbrechung zeigen. Das ist aber, wie gesagt, nicht der Fall. Zwischen dem letzten Walzstich und der Wahrnehmung des mikroskopischen Bildes verlief rund je eine Minute. In dieser Zeit war bei Temperaturen bis etwa -5° die Rekrystallisation so weit fortgeschritten, daß sich ein neues Korn von anderer Orientierung als während des Walzens gebildet hatte. In den ersten Minuten nach dem Walzen sind die Felder verschiedener Helligkeit unter gekreuzten Nikols noch nicht geradlinig begrenzt. Die Grenzen sind vielmehr zackig und werden erst allmählich zu fast geraden Linien.

Es wurden für mehrere Lufttemperaturen, die während zwei Stunden um nicht mehr als 1° schwankten, auf gewalzten Schneeplättchen von 0,2 mm Dicke die Zahl n der Krystallite für je 4 qmm in Abhängigkeit von der Zeit z bestimmt.

Für zwei nicht zu sehr verschiedene Zeiten z_1 und z_2 können aus den ihnen zugehörigen Kornzahlen n_1 und n_2 die mittleren linearen Geschwindigkeiten a der Korngrenzenverschiebung berechnet werden nach der Formel:

$$a = \sqrt{\frac{\frac{1}{n_2} - \frac{1}{n_1}}{z_2 - z_1}}$$

¹ O. MÜGGE, N. Jb. f. Min. 2, 211 (1895).

Die betreffenden Werte sind in der folgenden Tabelle angegeben.

t°	a mm/Min.		
	2—10 Min.	10—20 Min.	20—30 Min.
$-2 \pm 0,5$	0,0140	0,0116	0,0085
	0,0136	0,0108	0,0082
$-3 \pm 0,5$	0,0104	0,0080	0,0077
	0,0111	0,0086	0,0080
$-4 \pm 0,5$	0,0100	0,0075	0,0070
$-6 \pm 0,5$	0,0080	0,0067	0,0055

Die Geschwindigkeit der Korngrenzenverschiebung nimmt mit der Zeit stark ab; doch sind auch nach 2 Stunden noch, wenn auch sehr geringe, Verschiebungen zu bemerken. Die schnelle Abnahme der Geschwindigkeit, mit der sich die Korngrenzen verschieben, ist zurückzuführen auf die Bildung flüssiger Zwischenschichten, bestehend aus gesättigten Lösungen der Beimengungen des Eises. Bei einer Temperaturerniedrigung um 4° sinkt die Geschwindigkeit auf etwa ihren halben Wert.

2. Die Zwischensubstanz des Eises.

Läßt man eine 0,1 mm dünne Platte aus gewalztem Schnee rekrystallisieren, und unter 0° verdunsten, so bleibt auf dem Objektglas ein Rückstand von wabenartiger Struktur zurück. Fig. 1 gibt in

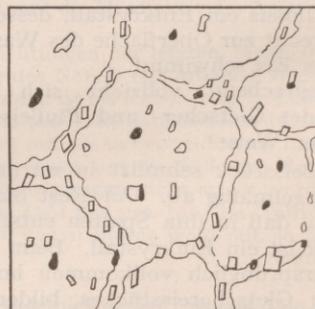


Fig. 1.

Rückstand nach dem Verdampfen der Eiskrystallite.

100facher Vergrößerung die Zeichnung eines solchen Rückstandes wieder. Die unregelmäßig begrenzten Streifen bestehen aus einer Mutterlauge, aus der sich hauptsächlich kubische und außerdem auch rhombische oder monokline Kryställchen ausgeschieden haben. Die dunklen Flecke sind Staubteilchen. Trocknet man vorsichtig diese Rückstände, so bleiben an den Stellen der Mutterlauge viele sehr kleine Kryställchen zurück, die erst bei 300facher Vergrößerung in überwiegender Anzahl als kubische zu erkennen sind. Im Rückstand von 1 kg Schnee konnten deutlich nachgewiesen werden: Na, NH_4 , Cl, SO_4 , während NO_3 und NO_2 sich nur in Spuren fanden. Erhitzt man den Rückstand auf dem Objektglas auf 100° , so ist eine Abnahme desselben nicht deutlich festzustellen. NH_4NO_2 würde sich bei dieser Temperatur zersetzen. Erhitzt man den Rückstand auf 250° , so hatte seine Menge merk-

lich abgenommen, und doppelbrechende Krystalle, also NH_4NO_3 und $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, waren nicht mehr vorhanden. Nach dem Erhitzen auf 400° war auch das NH_4Cl fortgegangen und eine weitere deutliche Abnahme des Rückstandes zu bemerken. Der Rest bestand aus kleinen Würfeln von NaCl .

3. Die Abhängigkeit der Korngrenzenverschiebung beim Eise von der Orientierung der Krystallite.

Das Eis krystallisiert hexagonal, ist optisch positiv und senkrecht zur optischen Achse stark doppelbrechend. Daher kann man zwischen gekreuzten Nikols bei parallel polarisiertem Licht die auf der Oberfläche liegenden Krystallitenebenen nach ihrer verschiedenen Aufhellung unterscheiden:

a) Die Krystallite mit Basisebenen auf der Oberfläche bleiben bei der Drehung dunkel, da das Licht in der Richtung der optischen Achse nicht doppelt gebrochen wird.

b) Die Krystallite mit Prismenebenen (1. und 2. Art) auf der Oberfläche werden beim Drehen um je 45° abwechselnd völlig dunkel und heller als alle anders orientierten Krystallite. Auch in diesem Falle kann die Lage der optischen Achse in jedem einzelnen Krystallit durch Bestimmung der Auslöschungsschiefe festgestellt werden.

c) Wenn die Krystallitenebenen auf der Oberfläche zu den Pyramidenebenen (1. und 2. Art) gehören, so wechselt beim Drehen um je 45° Dunkelheit mit mäßiger Aufhellung.

Bestimmte man hiernach durch Auszählen die Orientierung der Krystallite auf der Oberfläche eines bei -2° gewalzten und rekristallisierten Eisplättchens, so wurden gefunden:

Gefunden	Ebenen	Regellose Orientierung
10 %	Basis	10 %
25 %	Pyramiden	45 %
65 %	Prismen	45 %

Krystallite mit Prismenebenen auf der Oberfläche treten also häufiger auf, als die regellose Orientierung es verlangt. Außerdem sind die Prismenebenen durchweg größer als die anderen. Es scheint also, daß die Korngrenzenverschiebung auf Ebenen senkrecht zu den Prismenebenen bevorzugt ist. Das konnte in einigen Fällen auch direkt beobachtet werden. Es verschob sich nämlich bisweilen die Grenze eines mit seiner Prismenebene auf der Oberfläche liegenden Krystallits senkrecht zur optischen Achse gegen den benachbarten Krystallit, der entweder mit einer Basisebene oder mit einer Pyramidenebene auf der Walzfläche lag. Es verschob sich also eine Basisebene gegen eine Prismen- oder Pyramidenebene. Eine Verschiebung in umgekehrter Richtung wurde nicht beobachtet. Grenzen auf der Oberfläche zwei Prismenebenen gleicher Auslöschungsrichtung aneinander, so trat bisweilen eine Vereinigung der beiden Krystallite ein, indem ihre Grenzlinie allmählich verschwand.

Um die Korngrenzenverschiebung der Eiskrystallite in Abhängigkeit von ihrer Orientierung während einer größeren Zeitspanne und bei einer größeren Zahl von Krystalliten beobachten zu können, wurde in folgender Weise verfahren: Man ließ ein 0,2 mm dünn gewalztes Plättchen von Schnee bei -3° rekristallisieren, zeichnete 10 Min. nach Beginn der Rekristallisation die Krystallitengrenzen eines bestimmten Flächenstückes naturgetreu ab, und nach 70 Min. dasselbe Flächenstück nochmals. Durch Vergleichen der beiden Bilder ließen sich die Veränderungen der Krystallitenebenen auf der Oberfläche während einer Stunde feststellen. In Fig. 2 sind die nach 10 Min. vor-

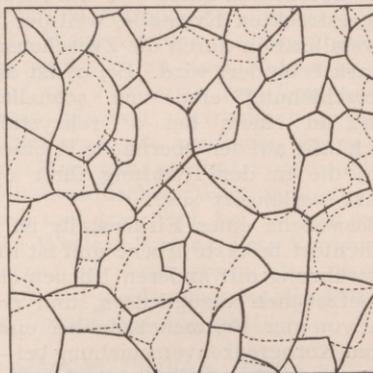


Fig. 2. Krystallitengrenzen. Nach 10 Min. gestrichelt, nach 70 Min. voll ausgezogen.

handenen Krystallitengrenzen gestrichelt gezeichnet und die nach 70 Min. vorhandenen voll ausgezogen.

Außerdem ermittelte man die Orientierung jeder Krystallitenebene und bei den Prismenebenen auch möglichst genau die Auslöschungswinkel mit einer ihrer Begrenzungslinien. Es ergab sich, daß von den 35 gezeichneten Krystalliten auf der Oberfläche lagen: 4 mit Basisebenen, also 10%; 9 mit Pyramidenebenen, 25%; 22 mit Prismenebenen, also 65%.

a) Von den 4 Basisebenen auf der Oberfläche hatten sich zwei auf Kosten von Pyramidenebenen vergrößert, d. h. senkrecht zur Oberfläche hatten sich Prismen- gegen Pyramidenebenen verschoben. Die beiden anderen Basisebenen auf der Oberfläche waren durch Prismenebenen verkleinert, mithin hatten sich Basis- gegen Prismenebenen verschoben.

b) Von den 9 Pyramidenebenen auf der Oberfläche hatten sich zwei nicht verändert, zwei waren wenig gewachsen, fünf waren durch Prismenebenen verkleinert worden. Auch hier hatten sich also Basisebenen senkrecht zur Oberfläche gegen Pyramidenebenen verschoben.

c) Von den 22 Prismenebenen auf der Oberfläche waren sechs unverändert geblieben; nur eine hatte sich auf allen Seiten verkleinert; drei hatten sich mit Prismenebenen von annähernd derselben

Orientierung vereinigt; die restlichen 12 waren mindestens auf einer Seite gewachsen, und zwar durchweg auf der Seite, auf der ihre optische Achse ungefähr senkrecht ($\pm 15^\circ$) zu der sich verschiebenden Grenze stand. Diese Grenzen verschoben sich dabei auf der Oberfläche sowohl gegen Basis- und Pyramidenebenen, als auch gegen Prismenebenen anderer Orientierung.

Es folgt hieraus also, daß die Geschwindigkeit der Verschiebung auf der Basisebene als Grenzfläche größer ist als auf allen anderen Ebenen.

Obwohl sich die Basisebene, welche andere Ebenen berührt, mit größerer Geschwindigkeit ins Innere des angrenzenden Krystallits verschiebt, findet man bei Temperaturen unter -1° im Eisplättchen keine langgestreckten Krystalle, weil der Vorgang der Rekrystallisation durch die Zwischensubstanzschicht stark behindert wird. Bei 0° ist die Korngrenzenverschiebung eine viel schnellere und daher sind in einem bei 0° rekrystallisierten Plättchen häufig auf der Oberfläche Prismenebenen zu finden, die in der Richtung ihrer optischen Achse stark verlängert sind.

Die Basisebene eines Eiskrystalls ist die mit Atomen dichtest besetzte Ebene und ist imstande, bei der Berührung mit anderen Ebenen sich diese als Basisnetzebenen anzugliedern, und zwar gliedern sich von der Prismenebene bei einer stark behinderten Korngrenzenverschiebung bei -2° pro Minute etwa $4 \cdot 10^5$ neue Basisnetzebenen an.

Die Orientierung der einzelnen Körner des Gletschereises kann auf optischem Wege, oder auch durch die Lage der TYNDALLSchen Schmelzfiguren bestimmt werden. Beim Durchstrahlen einer Eisplatte bilden sich durch inneres Abschmelzen um eingeschlossene Beimengungen kleine mit Wasser erfüllte Scheiben, die dann zu schneeflockenartigen

Gebilden wachsen. Diese liegen senkrecht zur optischen Achse.

In den relativ warmen und daher jungen Alpengletschern ist das Gletscherkorn meist regellos orientiert. In dem alten Inlandeise der Antarktis fand E. v. DRYGALSKI¹ die Eiskörner von Stecknadel- bis Haselnußgröße optisch gleich orientiert. Die eutektische Temperatur der Lösung an den Korngrenzen muß recht tief liegen, unter -60° . Daher werden an einzelnen Stellen doch Berührungen der Körner eintreten, welche zu einem langsamen Wachsen des einen Korns ins andere führen, wodurch in längeren Zeiten eine Umkrystallisation der Körner eintritt, ohne Änderung der Lage der Zwischensubstanzschichten. Die Antarktis ist also von einem Einkrystall bedeckt, in dem aber die Zwischensubstanzschichten um die ursprünglich vorhandenen Körner gelagert sind.

Die Vergrößerung des Gletscherkorns würde außerordentlich schnell erfolgen, wenn nicht dünne Schichten von Salzlösung sie sehr stark behinderten. In einer ruhenden Masse unveränderlicher Temperatur würde sie sogar zum Stillstand kommen. Durch die beim Fließen des Gletschers eintretenden Deformationen kommt es aber durch Ausweichen der Zwischensubstanzschichten zu neuen wirklichen Berührungen der Eiskörner und dabei auch zur Vergrößerung einzelner auf Kosten anderer. Die Richtung der Verschiebung der Grenze zweier Körner wird bestimmt durch ihre gegenseitige kristallographische Orientierung, die Basisebene dringt in alle anderen vor. Die Geschwindigkeit der Korngrenzenverschiebung wird aber in erster Linie durch die Menge der Beimengungen (Salze) bestimmt, und dann auch durch die Geschwindigkeit der Gletscherbewegung.

¹ Deutsche Südpolexpedition 1901–1903, I (1920).

Die Winterschäden an unseren immergrünen Pflanzen während der Kälteperiode Januar-März 1929 und ihre Ursachen.

VON HEINRICH WALTER, Heidelberg.

Vom 1. Januar bis zum 7. März lag nach Angaben der meteorologischen Station in Heidelberg das Minimum der Tagestemperatur nur einmal im Januar und zweimal Ende Februar über 0° C. Das absolute Minimum erreichte am 12. Februar eine Temperatur von -21° C. Dieser für die Rheinebene ganz ungewöhnlich extreme Winter hatte unsere immergrünen Pflanzen, die zum Teil schon über hundert Jahre hier in den Parkanlagen und Gärten gezogen werden, schwer geschädigt. Einige starben vollkommen ab (*Aucuba japonica*), andere haben mehr oder weniger gelitten und froren zum Teil bis zum Boden zurück (*Ilex aquifolium*, *Hedera helix*, *Taxus baccata*, *Prunus laurocerasus*, *Evonymus japonica*, *Chamaecyparis Lawsoniana*, *Cedrus*-Arten, *Cryptomeria japonica*, *Sequoia gigantea* usw.). Zu den letzteren gehören auch einheimische Arten mit atlantischem Verbreitungsareal in Europa. Die Schäden, die diese Pflanzen im letzten Winter erlitten, sind der beste direkte Beweis dafür,

daß es der strenge kontinentale Winter ist, der die Ausbreitung dieser Arten nach Osten hin verhindert.

Kälteschäden bei Pflanzen können entweder eine direkte Frostwirkung sein, d. h. durch die niederen Temperaturen und die dadurch bedingte Eisbildung in der Pflanze hervorgerufen werden, oder aber sie können die Folge von der auch während der Kälte weitergehenden Transpiration sein, also auf Austrocknung beruhen, da ja ein Ersatz des verlorenen Wassers vom Wurzelsystem aus nicht möglich ist.

Daß diese Gefahr tatsächlich besteht, ist seit langem bekannt, und die Maßnahmen, die der Gärtner zum Schutze seiner Pflanzen im Winter ergreift, wie Einhüllen mit Stroh oder Bastmatten, Bedecken mit Fichtenreisig usw., halten die Kälte nur wenig von den Pflanzen ab, verhindern aber die Transpiration ziemlich vollständig.

Die an unseren wintergrünen Pflanzen im ver-

gangenen Winter ausgeführten experimentellen Untersuchungen und Beobachtungen im Freien haben denn auch eindeutig ergeben, daß die meisten Schäden durch die Wasserverluste der Pflanzen während der langandauernden Kälteperiode, die meist mit klarem sonnigem Wetter zusammenfiel, verursacht wurden.

Schädigungen durch Wasserverluste können bei den Pflanzen nur eintreten, wenn die lebende Substanz — das Plasma — Wasser verliert. Der Wassergehalt des Plasmas, d. h. sein Quellungszustand hängt aber direkt von der Konzentration des Zellsaftes ab. Jede Erhöhung der letzteren bedingt eine Entquellung des Plasmas. Bei einem bestimmten für jede Pflanzenart charakteristischen maximalen Werte des Zellsaftes stirbt das Plasma ab. Deshalb wurde die Bestimmung der osmotischen Werte unserer Untersuchung zugrunde gelegt¹.

Es war für die Fragestellung im einzelnen auch ziemlich gleichgültig, ob die Erhöhung der osmotischen Werte nur auf den Wasserverlust durch Transpiration der Blätter beruhte, oder ob daneben auch eine Neubildung von osmotisch wirksamen Substanzen (Zucker) unter dem Einfluß von niederen Temperaturen stattfand. Letztere für immergrüne Pflanzen im Winter so charakteristische Umsetzung dürfte bis Januar meistens beendet sein, so daß wir geneigt sind, die weitere Steigerung der osmotischen Werte hauptsächlich auf Wasserverluste zurückzuführen. Denn es war sehr bezeichnend, daß diese Steigerung in besonders starkem Ausmaße an sonnigen oder windexponierten Standorten eintrat, während sie bei noch so geringer Schneebedeckung oder an schattigen Standorten meistens ausblieb oder viel geringer war. Zudem fielen die osmotischen Werte im Frühjahr nicht sofort mit zunehmender Lufttemperatur, sondern erst als das Wurzelsystem in dem aufgetauten Boden für neue Wasserzufuhr sorgen konnte.

Wir wollen im folgenden das Verhalten einer Reihe von ökologischen Typen nach zunehmender Winterfestigkeit angeordnet kurz besprechen:

1. Sommergrüne Pflanzen.

Es kommt in der oberrheinischen Tiefebene nicht selten vor, daß die beblätterten Sprosse sommergrüner Pflanzen den milden Winter gut überdauern. Bei strenger Kälte aber verlieren die Blätter dieser Pflanzen im gefrorenen Zustande so rasch Wasser, daß nach dem Wiederauftauen der maximale osmotische Wert überschritten wird und das Plasma abstirbt. Sehr häufig tritt auch schon ein völliges Austrocknen im gefrorenen Zustande ein. Die maximalen osmotischen Winterwerte liegen bei diesen Pflanzen meistens auch ziemlich niedrig. Ihr Plasma hält nur eine geringe Entquellung aus.

Folgende maximale osmotische Werte sollen als Beispiele dienen:

¹ H. WALTER, Ber. dtsh. bot. Ges. 47, 243 (1929); 47, 338 (1929) und Planta 8, 571 (1929).

Urtica dioica: 15,5 Atm. am 23. XII, Winter-sprosse nur unter Schnee überwintert.

Chelidonium maius: 15,7 Atm. am 23. XII. Winterrosette, nur unter Schnee überwintert; nach dem Ausapern am 19. III. wurden 11,4 Atm. gefunden.

Rumex acetosella: 15,1 Atm. am 3. II., 19,8 und 20,4 Atm. am 16. III. (während der größten Kälte unter Schnee).

Teucrium scorodonia: 20,8 Atm. am 3. II. (nur Sproßteile unter Schnee lebend, alles andere tot).

Thymus serpyllum: 28,2 Atm. am 3. II. (sehr geschützt stehende Pflanzen, die anderen tot).

Rosa spec. (Kulturform): 21,0 Atm. am 22. XII. (Blätter noch lebend, späterhin alle tot).

Oft werden einzelne Teile dieser Pflanzen auf natürliche Weise vor dem Erfrieren geschützt: So schienen am 10. II. an einer Südmauer wachsende Pflanzen von *Parietaria ramiflora* und *Linaria cymbalaria* gänzlich vertrocknet zu sein. Entfernte man aber alle trockenen Sprosse, so fand man in der Mitte ganz geschützt noch einige lebende, die einen osmotischen Wert von 20,2 Atm. bei *Parietaria* und 17,2 Atm. bei *Linaria* ergaben. In normalen Wintern werden diese Sprosse die Kälte überdauern; im vergangenen aber waren sie am 20. II. tot und die Erneuerung der Pflanzen fand, von den Sproßbasen aus statt.

2. Sommergrüne Pflanzen, die in der Rheinebene normalerweise überwintern.

Diese Gruppe ist schon bedeutend widerstandsfähiger, aber im letzten Winter blieben die Blätter dieser Pflanzen doch nur unter Schnee am Leben. An sonnigen Abhängen, wo der Schnee unter der Sonnenwirkung frühzeitig abschmolz, und wo die Transpiration auch während der Kälteperiode höhere Werte erreichte, trockneten die Blätter ganz ab.

Rubus spec.: Die Blätter der Brombeere ergaben am 30. XII. einen osmotischen Wert von 16,8 und 18,1 Atm. Späterhin starben sie ab. Auch die Blätter einer Probe vom 3. II. mit einem osmotischen Wert von 41,6 Atm. dürften bereits zum Teil schon abgestorben gewesen sein. Unter dem Schnee blieben dagegen die Blätter am Leben. Am 9. III. waren ausgeaperte Blätter ganz frisch und zeigten einen osmotischen Wert von 20,7 Atm.

Luzula silvatica besitzt einen osmotischen Sommerwert von 14,9 Atm. (am 16. VIII. 1929). Demgegenüber war der osmotische Wert am 3. II. 22,8 Atm. und am 13. II. durch Schnee geschützt 39,2 Atm. Am gleichen Tage zeigte eine stark geschädigte Probe mit zum Teil toten Blättern 60,1 Atm. Weiterhin blieben nur Pflanzen unter Schneeschutz am Leben. Sie zeigten relativ niedere Werte (schattiger Hang): am 2. III. 18,8 Atm.; ausgeaperte Pflanzen am 6. III. 21,6 Atm. und am 9. III. 22,1 Atm.

Aira flexuosa zeigt ebenfalls einen Sommerwert von 14,4 Atm. (16. VIII. 1929), während im Winter der osmotische Wert stark ansteigt: 13. II. frische

grüne Blätter, die von Schnee bedeckt waren — 43,4 Atm.; Pflanzen ohne Schneedecke, Blätter zum Teil tot — 62,5 Atm.; 6. III. Pflanzen ausgeapert (alle anderen ohne Schneeschutz tot) 24,8 Atm.

Ligustrum ovalifolium steht an der Grenze zwischen sommergrünen und immergrünen Formen. Normalerweise überwintern die Blätter in Heidelberg stets, aber dieses Jahr starben sie restlos ab. Für diesen Strauch liegt eine ziemlich vollständige Jahreskurve des osmotischen Wertes vor:

Ende Dezember	Ende Januar	7. Februar
14,5—15,3 Atm.	19,5—21,1 Atm.	24,2 Atm.

Damit war der Maximalwert erreicht und weiterhin starben alle Blätter ab. Im Frühjahr trieben jedoch die Sprosse gut aus und die Blätter besaßen folgende osmotische Werte:

10. Mai	17. Juni	15. August
10,4 Atm.	13,9 Atm.	16,4 Atm.
Junge Blätter		Trockenzeit

In normalen Jahren dürfte der Grenzwert von 24 Atm. nicht überschritten werden. Das Minimum liegt wie bei allen Pflanzen zur Zeit des Austreibens.

3. Immergrüne Zwergsträucher, die in strengen Wintern Schneeschutz verlangen.

Viele immergrüne Pflanzen kälterer Klimagebiete erweisen sich wenig widerstandsfähig gegen die austrocknende Wirkung der Winterkälte und können nur unter Schneeschutz einen strengen Winter überdauern. Hierher gehören verschiedene Zwergsträucher des Nordens und der Gebirge.

Calluna vulgaris zeigte am 1. I. den höchsten osmotischen Wert mit 21,1 Atm. Anfang Februar war kein Preßsaft aus den noch äußerlich lebend aussehenden Kurztrieben zu erhalten. Alle Sprosse, die während der Kälte nicht vom Schnee bedeckt waren, starben ab. Ausgeaperte Pflanzen ergaben am 20. III. 19,4 Atm., austreibende am 12. V. 12,0 Atm.

Erica carnea: Ein Zwergstrauch der Alpen hielt im Botanischen Garten den Winter ohne Schneeschutz ebenfalls nicht aus. Ausgeaperte Pflanzen waren dagegen am 9. III. ganz frisch und hatten viele Blütenknospen. Der osmotische Wert von 17,9 Atm. stimmt genau mit dem Werte von 18,0 Atm., der im März 1927, während der Blütezeit bei Pflanzen am natürlichen Standort (Lunz am See, Niederösterreich) gefunden wurde.

Blechnum spicant zeigte unter Schnee kaum einen Anstieg des osmotischen Wertes auch während der strengen Kälte:

1. I.	9. II.	18. III.
14,0 Atm.	14,9 Atm.	17,1 Atm. (ausgeapert)

Dagegen ergaben am 9. II. Pflanzen an schneefreien Stellen schon 24,1 Atm. Sie waren bereits deutlich geschädigt und starben späterhin ganz ab.

Vaccinium myrtillus verliert zwar im Winter die Blätter, aber die Sprosse der Heidelbeere können als immergrün betrachtet werden. Sie überwinterten jedoch nur unter Schneeschutz und zeigten folgende osmotische Werte:

Zu Beginn der Kälteperiode am 1. I. 18,5 Atm., an einem sonnigen Hang ohne Schneeschutz am 9. II. 30,1 Atm. (späterhin abgestorben); besser geschützte Exemplare am 2. III. 27,9 Atm. (blieben am Leben). Nach dem Ausapern sank der osmotische Wert am 18. III. auf 17,4 Atm. Beim Austreiben wurden am 12. V. gefunden: für vorjährige Sproßteile 8,3 Atm., für junge Sprosse mit Blättern 11,4 Atm.

4. Immergrüne Pflanzen, die nur im Winter 1928/29 stark geschädigt wurden.

Alle diese Pflanzen zeigten ein Absterben, sobald eine gewisse maximale Zellsaftkonzentration erreicht war. Der Zeitpunkt fällt zuweilen mit der größten Kälte zusammen, in anderen Fällen liegt er später. Bei *Taxus* wurde bei einem der Sonne exponierten Baume der maximale osmotische Wert überschritten, und die Nadeln starben ab; bei einem anderen einige Meter entfernt stehenden Baume im Schatten wurde die maximale Konzentration nicht erreicht und die Nadeln blieben am Leben. Bei *Taxus baccata f. fastigiata* starb die Sonnenseite der Krone ab, die Schattenseite blieb unbeschädigt. Das sind Tatsachen, die deutlich zeigen, daß die niederen Temperaturen allein nicht für die Schäden verantwortlich gemacht werden können.

Im Botanischen Garten blieben unter Glas- und Strohbdeckung selbst die Blätter von *Cistus albidus* vollkommen unbeschädigt, obgleich der Frost im Kasten so stark war, daß die Erdballen aus den Blumentöpfen herausgepreßt wurden. Der Schutz vor Wasserverlusten war hier wohl ausschlaggebend. Im Freien dagegen wies *Cistus albidus* selbst südlich von Avignon an windexponierten Stellen noch deutliche Frostschäden auf.

Weiter unten sei das Verhalten des osmotischen Wertes für eine Reihe von Pflanzen in Tabellenform angeführt:

Hedera helix

Sommerwerte: am 18. V. junge Blätter 9,2 Atm., alte 14,2 Atm., am 15. VIII. 11,1—13,9 Atm.

Datum:	11. XII.	17. XII.	22. XII.	7. I.	10. I.
Osm. Wert:	15,0	16,9	14,6	16,9	18,3

Datum:	29. I.	12. II.	18. II.	5. III.
Osm. Wert:	18,7	22,6	22,4	24,7*

* später alles tot.

Nur an sehr geschützten Standorten hat der Efeu überwintert.

Ilex aquifolium

Sommerwerte: am 2. V. 18,1 Atm., am 15. VIII. 17,5 Atm.

Datum:	21. XII.	29. I.	7. II.	12. II.	18. II.
Osm. Wert:	18,0	17,4	21,2	24,5	28,7*

* wohl schon tot.

Am 21. II. wurden an einem Zweige aus 3 m Höhe noch frische grüne Blätter und schon deutlich geschädigte (schwarzfleckige) wahrgenommen. Erstere besaßen einen osmotischen Wert von

18,1 Atm., der also noch kaum über dem normalen liegt, letztere von 26,8 Atm., wobei der maximale Wert schon überschritten sein dürfte. Weitere Beispiele von einheimischen Pflanzen, die sich ebenso verhielten, sind: der Besenginster (*Sarothamnus scoparius*) und *Helleborus foetidus*.

DIXON hat die Jahreskurve des osmotischen Wertes bei *Hedera* und *Ilex* bereits in *Dublin* untersucht. Winterschäden sind im Jahre 1913 von ihm dort nicht erwähnt worden. Bezeichnenderweise überschritt der höchste von DIXON gefundene Wert 18,77 Atm. beim Efeu und 18,9 Atm. bei *Ilex* nicht¹.

Aucuba japonica

Sommerwert: am 15. VIII. 18,0 Atm.

Datum:	21. XII.	29. I.	30. I.	7. II.	12. II.	18. II.
Osm. f I.	17,5	20,4	21,4	21,1	—	—
Wert: II.	—	—	—	23,9	25,5	24,7

Datum:	22. II.	5. III.	9. III.	19. III.	27. III.
Osm. f I.	—	—	23,9	—	—
Wert: II.	24,7	24,5	25,5	24,7	24,5

Strauch I stand etwas schattiger, Strauch II etwas sonniger. Beide erwiesen sich im Frühjahr als tot, die Blätter wurden allmählich alle schwarz. Den Zeitpunkt des Absterbens konnte man nicht genau festlegen. Mit 23 Atm. dürfte der maximale osmotische Wert vielleicht schon erreicht sein.

Am 1. III. 1928 warder osmotische Wert 21,0 Atm. Im Winter 1927/28 waren dementsprechend nicht die geringsten Schäden wahrzunehmen.

Von weiteren in diese Gruppe gehörenden Pflanzen seien nur noch die Werte von 3 Arten angeführt:

Datum:	30. I.	8. II.	23. II.
<i>Evonymus japonica</i> . . .	19,6	21,2	26,2
<i>Prunus laurocerasus</i> . . .	28,3	28,1	36,8
<i>Rhododendron spec.</i> . . .	21,6	22,4	24,7

Am 23. II. war *Evonymus* schon deutlich geschädigt/und verlor später alle seine Blätter, bei *Prunus* waren bereits alle Blätter tot, während die Gartenformen von *Rhododendron* sich sehr verschieden verhielten. Einige Sorten überwinterten gut, andere wurden z. T. geschädigt.

Die Sommerwerte betragen am 15. VIII. 1929 bei *Evonymus* 15,2 und bei *Prunus* 14,7 Atm.

Im Winter 1927/28 wurde für *Prunus laurocerasus* ein Wert von 27,8 Atm. (am 2. III. 1928) festgestellt. Schädigungen traten in diesem Winter nicht ein, während im Winter 1928/29 sowohl *Evonymus* als auch *Prunus* bis zum Erdboden abfroren und nur von unten wieder austrieben.

Die Frostschäden an diesen Pflanzen ließen sich noch viel weiter nach Süden verfolgen. So konnte z. B. in den Bahnhofsanlagen von Lyon am 11. IV. 1929 festgestellt werden, daß *Aucuba* ebenfalls alle Blätter verloren hatte, trotzdem aber doch frisch austrieb. Bei *Prunus laurocerasus* hatten immerhin

einige Blätter den Winter überdauert. *Taxus* hatte wenig gelitten. *Buxus* gar nicht.

Aus früheren Jahren findet man eine Notiz von DIERBACH aus Heidelberg¹, nach der vor 100 Jahren im Winter 1825/26 *Prunus laurocerasus* stark gelitten hatte, während *Aucuba japonica* und *Prunus lusitanica* merkwürdigerweise gut aushielten.

5. Immergrüne Pflanzen, die nur in sonnigen Lagen geschädigt wurden.

Taxus baccata ist schon bedeutend widerstandsfähiger als die Arten der vorigen Gruppen, und der maximale osmotische Wert liegt bedeutend höher.

Taxus baccata

Datum:	18. XII.	7. I.	10. I.	12. I.	29. I.	7. II.	12. II.
Osm. f I.	18,2	21,7	21,6	22,2	23,7	34,1	42,3
Wert: II.	—	—	—	—	—	—	—

Datum:	18. II.	27. II.	9. III.	19. III.	27. III.	2. V.
Osm. f I.	50,4	42,7	tot	tot	tot	19,3
Wert: II.	—	—	27,2	26,2	23,5	23,4

Datum:	17. VI.	15. VIII.
Osm. f I.	19,1	—
Wert: II.	19,6	22,2

Strauch I stand sonnig und verlor fast sämtliche Nadeln; am 2. V. wurden einige von den überlebenden geprüft, am 17. VI. hatte der Baum ausgetrieben und junge Nadeln gebildet.

Strauch II stand in 10 m Entfernung, aber schattiger. Der maximale Wert wurde nicht erreicht, Schädigungen waren nicht festzustellen. Am 17. VI. zeigten junge Nadeln einen osmotischen Wert von 19,6 Atm., die vorjährigen dagegen von 19,4 Atm. Im Winter 1927/28 wurde am 7. III. 1928 ein Wert von 18,4 Atm. gefunden. Schädigungen fehlten.

Vinca minor — ein Kriechstrauch — diene als zweites Beispiel. Folgende Werte wurden bei Pflanzen, die in der Bodenschicht eines Buchenwaldes wuchsen und nicht geschädigt waren, gefunden:

Vinca minor

Datum:	30. XII.	13. I.	3. II.	13. II.	9. III.	28. IV.	15. VIII.
Osm. Wert:	18,2	23,0	26,7	32,5	20,5	18,4	13,5*

* diesjähriger Trieb.

Dagegen zeigten Pflanzen, die in einem Garten in sonniger Lage wuchsen, am 23. XII. zwar auch einen Wert von 18,1 Atm., aber während der Kälteperiode stieg hier die Konzentration sehr viel rascher an und erreichte am 13. II. bei schon teilweise geschädigten Pflanzen 65,0 Atm. Diese starben nachträglich auch alle ab. Der maximale osmotische Wert liegt also bei *Vinca minor* zwischen 32,5 und 65,0 Atm.

6. Immergrüne Pflanzen, die auch in sonnigen Lagen nur geringe Schäden aufwiesen.

Hierher gehört *Buxus sempervirens*, der den strengen Winter sehr gut überdauerte. Nur ganz

¹ H. DIXON and W. ATKINS, Sci. Proc. Roy. Soc. (Dublin) 14, 445 (1915).

¹ Siehe Flora 9, 726 (1826).

ausnahmsweise an besonders wind- und sonnenexponierten Stellen konnte man Sträucher mit abgestorbenen Blättern und Zweigen finden. Der Strauch vor dem Botanischen Institut, auf den sich die folgenden Werte beziehen, zeigte nicht die geringsten Schädigungen, obgleich der osmotische Wert eine unglaubliche Höhe erreichte.

Buxus sempervirens

Datum: 22. XII. 29. I. 31. I. 7. II. 12. II. 14. II.
Osm. Wert: 33,9 50,3 58,0 51,4 48,0 50,5

Datum: 18. II. 23. II. 27. II. 5. III. 9. III. 19. III.
Osm. Wert: 60,4 72,6 33,0 48,9 33,5 29,4

Datum: 2. V. 9. V. 17. VI. 15. VIII.
Osm. Wert: 23,6 15,2 22,0 23,4

Die Kurve des osmotischen Wertes zeigt einen sehr regelmäßigen Verlauf. Das Minimum liegt zur Zeit des Austreibens am 9. V., dann steigen die Werte im Sommer und Herbst an, um ihr Maximum während der Kälteperiode zu erreichen. Die Schwankungen im Winter hängen deutlich mit der Witterung zusammen. Selbst schon ein vorübergehendes Auftauen bei starker Besonnung hatte eine geringe Abnahme der Zellsaftkonzentration zur Folge. Der maximale osmotische Wert dürfte nicht sehr viel über 73,0 Atm. liegen.

Als zweites Beispiel wollen wir hier *Viscum album* anführen, die Mistel, die sehr häufig auf den Kiefern der Dünengebiete bei Heidelberg vorkommt.

Viscum album

Datum: 21. XII. 2. II. 23. II. 7. III. 6. IV. 4. V.
Osm. Wert: 25,0 51,7 72,3 48,2 28,8 25,3

Datum: 23. V. 11. VI. 20. VII.
Osm. Wert: 26,6 23,7 21,6 (ausgetrieben).

Schäden machten sich zum Teil bemerkbar, indem einzelne Sprosse im Frühjahr abgeworfen wurden. Aber der größte Teil der Pflanzen hielt den Winter gut aus.

7. Immergrüne winterharte Nadelbäume.

Frostschäden waren bei dieser Gruppe von Bäumen überhaupt nicht festzustellen. Es sind ja alles Arten, die an einen rauhen und langen Winter angepaßt sind. Als Beispiel führen wir die *Kiefer* und die *Fichte* an. Ebenso verhielten sich auch die *Weißtanne* und die *Douglastanne*, die *Weymouthskiefer* und die *Schwarzkiefer*.

Pinus sylvestris

Datum: 23. XII. 1. I. 13. I. 2. II. 23. II.
Osm. Wert: 15,7 17,0 18,2 20,7-23,0 24,5

Datum: 7. III. 16. III. 22. III. 6. IV.
Osm. Wert: 24,6 21,0 19,7 23,7 (Frost)

Datum: 4. V. 23. V. 11. VI. 17. VII. 26. VIII.
Osm. Wert: 18,3 15,7 19,4 16,8 19,6

Bei der *Fichte* (*Picea excelsa*) liegt der Sommer-

¹ F. LEWIS and G. TUTTLE, Ann. of Bot. 34, 405 (1920); F. GAIL, Bot. Gaz. 81, 434 (1926); B. MEYER, Amer. J. Bot. 15, 449 (1928).

wert bei etwa 19—20 Atm. für Sonnennadeln und 17—18 Atm. für Schattennadeln. Der höchste im Winter bei Heidelberg gefundene Wert war 28,8 Atm. Proben von der Baumgrenze am Feldberg im Schwarzwald ergaben dagegen, sogar nach Eintritt von Tauwetter, 33,8 Atm. Ganz junge, eben ausgetriebene Sprosse der Fichte zeigten am 1. VI. einen Wert von 13,6 Atm.

Also auch hier haben wir in Übereinstimmung mit den Befunden amerikanischer Forscher (LEWIS and TUTTLE, GAIL, MEYER¹ u. a.) einen Anstieg des osmotischen Wertes im Winter, der aber nicht sehr bedeutend ist. Der maximale Wert wird in unserem Klima wohl nie erreicht.

Zusammenfassung:

Betrachten wir nochmals die Kurven der osmotischen Werte für die einzelnen Pflanzenarten, so geht aus ihnen eine Gesetzmäßigkeit ganz deutlich hervor. Die Minimalwerte liegen zur Zeit des Austreibens, wenn die Wasserversorgung der Sprosse die beste ist. Die Maximalwerte liegen alle ausnahmslos im Winter während der Kälteperiode. Daraus folgt eindeutig, daß der Winter für die Pflanzen in unserem Klimagebiet die trockenste Jahreszeit ist. Der größte Teil der einheimischen Pflanzen überdauert diese Trockenzeit im blattlosen Zustand oder verbirgt seine Knospen sogar unter der Erde, wo sie am besten vor Wasserverlust geschützt sind. Ein kleinerer Teil der Pflanzen behält auch im Winter die Blätter bei, und diese sind dann ausnahmslos xeromorph gebaut. Dadurch erklärt sich der scheinbare Widerspruch, daß wir im atlantischen feuchten Gebiete Westeuropas so viele xeromorph gebaute Pflanzen finden. Es sind eben stets wintergrüne Arten, und diese haben selbst im milden Westen noch eine Trockenperiode im Winter zu überdauern. Wie weit diese Pflanzen nach Osten vordringen, hängt jeweils von ihrer Widerstandsfähigkeit ab. Diese wird bedingt: 1. von der Größe des Spielraumes, der der Pflanze zwischen ihrem normalen osmotischen Wert und dem höchstzulässigen maximalen osmotischen Wert zur Verfügung steht und 2. von der Geschwindigkeit, mit der Wasserdefizite in den Blättern eintreten. Da eine Wasseraufnahme während der Kälteperiode in nennenswertem Maße nicht in Frage kommt, so werden die Wasserdefizite ausschließlich von der Transpirationsgröße der Pflanzen im winterlichen Zustande abhängen. Es sei hier besonders darauf hingewiesen, daß wir auch für die Transpirationsgröße Bestimmungen, die das ganze Jahr hindurch ausgeführt werden, notwendig brauchen. Denn die Transpirationsgröße ist bestimmten Schwankungen im Laufe des Entwicklungsganges der Pflanzen unterworfen, und es wäre ein großer Fehler, von Sommerwerten aus auf die Verhältnisse im Winter zu schließen.

Je höher der maximale osmotische Wert liegt oder vor allen Dingen, je niedriger die winterliche Transpiration ist, desto widerstandsfähiger werden die Pflanzen gegen Winterkälte sein.

Am widerstandsfähigsten sind die immergrünen winterharten Koniferen, die wahrscheinlich wohl keinen sehr hohen maximalen osmotischen Wert besitzen, dafür aber eine extrem geringe winterliche Transpiration. Es ist ja durch eine Reihe von russischen Arbeiten bekannt geworden, daß diese Bäume im vollbenadelten Zustande im Winter weniger Wasser verlieren als die entlaubten Fallaubbäume.

Wir haben hier nur die immergrünen Pflanzen behandelt, aber im Prinzip gilt dasselbe auch für die Fallaubbäume im Winter, nur läßt sich für diese der osmotische Wert in den Knospen nicht so einfach bestimmen. Es wäre ein Fehler zu denken, daß diese Holzgewächse nach der Entlaubung vor Wasserverlust geschützt sind. Aus den Arbeiten von IWANOFF und GORDIAGIN¹ geht deutlich hervor, daß die Transpiration dieser Pflanzen im winterlichen Zustande eine gut meßbare und bei den einzelnen Pflanzenarten verschiedener Größe ist. Auch hier gilt, daß die Widerstandsfähigkeit gegen Winterkälte um so größer sein wird, je beträchtlichere Wasserdefizite die Pflanzen ertragen können und je geringer ihre Transpirationsgröße ist.

Daraus erklärt es sich, daß im vergangenen

¹ L. IWANOFF, Ber. dtsch. bot. Ges. 42, 44 u. 210 (1924); A. GORDIAGIN, Bot. Zbl. Beih. 46, 93 (1929) Abt. I.

Winter nicht nur immergrüne Gewächse geschädigt wurden, sondern auch solche, die ihre Blätter im Winter verlieren.

Für einige Pflanzenarten ist es bereits gelungen die jahreszeitlichen Kurven der osmotischen Werte mit den Maximal-, Optimal- und Minimalwerten festzulegen. Für andere Arten ist die Zahl der Bestimmungen noch zu gering. Es sei aber zum Schluß noch darauf hingewiesen, daß die Kenntnis dieser Kurven und der Reaktion des osmotischen Wertes auf verschiedene Außenbedingungen uns die Möglichkeit geben wird, den Grad der Gefährdung einer Pflanzenart durch eine einfache Bestimmung des osmotischen Wertes festzustellen, ohne daß äußerlich bereits irgendwelche Schädigungen zu beobachten sind. Damit wird dann auch dem Forstwart und dem Landwirt ein Mittel in die Hand gegeben, um die geeignetsten Pflanzenarten oder Sorten für die einzelnen Standorte auszuwählen. Denn jede Erhöhung des osmotischen Wertes über den Normalwert ist das Zeichen einer beginnenden Schädigung. Nähert sich die Zellsaftkonzentration dem maximalen osmotischen Werte, so ist die Pflanze bereits äußerst gefährdet. Das gilt nicht nur für die Kältezeit, sondern auch für die Dürrezeit im Sommer, nur liegen in dieser Beziehung noch zu wenig Bestimmungen vor, um mit Sicherheit Rückschlüsse ziehen zu können.

Neuere Ergebnisse meiner Forschungsreisen in den Wüsten Ägyptens.

Von E. STROMER, München.

In dieser Zeitschrift 14, H. 17 (1926) habe ich über die bisherigen geologischen und paläontologischen Ergebnisse meiner Reisen in den Wüsten Ägyptens berichtet. Seitdem sind mehrere weitere Abhandlungen erschienen¹, die wenigstens bezüglich alttertiärer Wirbeltierreste einen Abschluß bilden und in mancher Hinsicht weitergehende Bedeutung haben. Es lohnt sich daher wohl eine neuerliche Besprechung.

II, 9. Die erste Arbeit setzt die Beschreibung der von mir entdeckten, so mannigfaltigen Fauna der fluviomarin Baharije-Stufe fort. Die Haie und Rochen derselben sind allerdings bis auf den in der ersten Zusammenfassung schon erwähnten ältesten Sägehai *Onchopristis* leider nur durch Zähne, Wirbel und Flossenstacheln vertreten, die noch dazu fast alle nur vereinzelt, selten von einem Individuum zusammen, gefunden worden sind. Meine makro- und mikroskopische Untersuchung ergab aber doch Bemerkenswertes. Zunächst bestätigte sich die Altersfestsetzung der Stufe als mittelkretazisch und ihre Charakterisierung als Seichtwasserablagerung an Flußmündungen. Dem entsprechend treten die sonst in kretazischen Meeresablagerungen herrschenden Lamnidae, weil es Hochseebewohner sind, hier sehr zurück bis auf älteste Vertreter der für die jüngere Kreideformation bezeichnenden Gattung *Corax*, und benthonische Formen herrschen vor. Darunter sind

solche mit Pflasterzähnen, weil vielleicht Vorfahren von Myliobatidae und Trygonidae, erwähnenswert.

Ungewöhnlich häufige und stattliche Rückenflossenstacheln von Hybodontidae, einer wesentlich mesozoischen Familie Cestracion ähnlicher Haifische, jüngste Angehörige der Gattungen *Hybodus* und *Asteracanthus*, gaben zu Untersuchungen und Vergleichen derartiger Stacheln aus dem ganzen Meso- und Känozoicum Anlaß. Es zeigte sich dabei, daß nicht nur die Form, besonders des mittleren Querschnittes, sondern vor allem auch die mikroskopische Struktur systematisch und phylogenetisch wichtige Schlüsse erlaubt, was in der Tiergruppe der Haie, die nur zu selten in vollständigen Skelettresten fossile Vertreter zur Untersuchung darbietet, von größter Bedeutung ist. Die Schwanzstacheln der Trygonidae und Myliobatidae haben danach mit echten Flossenstacheln nichts zu tun, dürften vielmehr unmittelbar aus vergrößerten Plakoidschuppen hervorgegangen sein. Die Rückenflossenstacheln aber, unter denen sich ein Holocephalen-, Cestracioniden- und Hybodontidentyp unterscheiden läßt, können von onchusartigen des älteren Palaeozoicums abgeleitet werden, die sich durch komplizierte Struktur auszeichnen. Die Umbildungen laufen wesentlich auf Rückbildungserscheinungen hinaus, die im Cestracionidenstamme bis zu völligem Schwunde der ganzen Stacheln bei manchen rezenten Spinacidae führen, bei den Holocephali aber nur zur

¹ Siehe am Schlusse die Literatur!

Rückbildung des Schmelzes und kompliziert gebauten Dentins und bei den Hybodontidae nur zu völligem Schmelzschwunde. Letztere sind auch nach ihren Flossenstacheln weder Vorfahren der Cestracionidae noch der Trygonidae und Myliobatidae, obwohl sie den ersteren in vielem gleichen.

V, 1. Während in ganz Afrika jetzt nur zwei Arten der Gattung *Crocodylus* und eine von *Osteolaemus* leben, waren die *Crocodylia* zur Tertiärzeit in Ägypten viel formenreicher. Der Herpetologe Prof. L. MÜLLER bespricht in seiner ausführlichen Abhandlung alle von dort beschriebenen Arten und beschreibt genau Reste von *Tomistoma* und *Crocodylus* aus verschiedenen Tertiärstufen, besonders aus Mittel- und Obereocän sowie Unteroligocän sehr gut erhaltene Schädel und Unterkiefer. Es zeigt sich dabei, daß die einzelnen Arten auf bestimmte Tertiärstufen beschränkt, also im Gegensatz zu den Gattungen kurzlebig waren. Auffällig ist, daß die älteste *Tomistoma*-art in rein marinen Schichten (unterer Mokattam bei Kairo) vorkommt und daß gerade sie der einzigen, heute nur noch in Südasien lebenden ähnlicher ist als geologisch jüngere Arten. Die ungewöhnlich reichen Reste der Gattung geben Anlaß, sämtliche bisher beschriebenen, altweltlichen *Tomistoma*-reste kritisch durchzubesprechen. Stammesgeschichtlich kommt der Verfasser dabei nicht nur innerhalb der Gattung, die einst zum mindesten in Nordafrika und Europa verbreitet war, zu einem negativen Ergebnis, sondern auch bezüglich ihres Verhältnisses zu *Gavialis*, die ebenfalls heute nur in Südasien lebend, im Jungtertiär Afrikas nachgewiesen ist, und endlich bezüglich der ägyptischen *Crocodylus*-arten.

V, 2. In der reich illustrierten Arbeit des Zoologen Dr. B. PEYER werden ungewöhnlich gut erhaltene Welschädel aus dem Mittel- und Obereocän und unvollständige Reste aus dem Unteroligocän Ägyptens beschrieben. Dies gibt Anlaß zu einer kritischen Übersicht über alle bisher beschriebenen fossilen Welsreste, wobei sich nur sehr wenige als wissenschaftlich genau bestimmbar erweisen. Von besonderem Interesse ist der Nachweis, daß der eigenartige Webersche Apparat der Welse schon im Eocän wie heute ausgebildet war, und die Feststellung, daß die rezente Gattung *Arius* damals schon lebte und zwar wie jetzt als Ausnahme unter den Welsen im Meere. Sonst aber haben sich im Alttertiär nur ausgestorbene Gattungen gefunden. Bemerkenswert ist auch, daß fossile Welse in der alten Welt vor allem in Afrika und Ostindien formenreich nachgewiesen sind, also in Gebieten, wo sie dies heute noch sind. In Europa dagegen, wo jetzt nur die Gattung *Silurus* mit einer Art lebt, ist gerade diese im Tertiär noch nicht bezeugt, sondern es wurden nur Reste anderer Gattungen gefunden, die aber fast sämtlich nicht näher bestimmbar sind.

V, 3. Abgesehen von einigen Köpfen, die zu der Percidengattung *Lates* und der Sparidengattung *Ctenodontex* gerechnet werden, hat der Palichthyologe Dr. W. WEILER fast nur eine stattliche Anzahl

einzelner Zähne von Teleostei zur Behandlung. Er untersucht sie aber nicht nur gestaltlich, sondern auch mikroskopisch auf ihre Struktur sorgfältig. Gerade die letztere Untersuchung ergibt gute systematische Merkmale; sie ermöglicht ihm z. B. die eigenartigen, unter dem Namen *Ancistrodon* seit langem bekannten Hakenzähne, deren systematische Stellung bisher ganz unklar war, mit schneidezahnähnlichen Zähnen zusammen zu einer neuen Gattung der *Trigonodontidae*, einer Familie der *Plectognathi*, zu stellen.

Es werden aber außerdem alle bisher beschriebenen Ganoidei und Teleostei des Mittel- und Obereocäns Ägyptens mit aufgezählt und auch die Haie und Rochen mitbehandelt. Die allerdings noch lückenhaft bekannte Gesamtfischfauna, die in mehreren Tabellen mit anderen verglichen wird, erweist sich zwar als marin, zeigt aber im Obereocän des Nordens des Fajum Beimischung von Süßwasserformen entsprechend früheren Befunden, die dort zum Nachweise einstiger Flußmündungen (libyscher Urnil) führten. Sie trägt ein tropisches Gepräge und setzt sich vorwiegend aus littoralen Gattungen zusammen, unter denen wieder nektonische Formen vorwiegen. Die Fischfauna der Unter-mokattamstufe spricht für deren bisher ziemlich allgemein angenommenes mitteltertiäres Alter, die der jüngeren Eocänstufen aber nicht so eindeutig für obereocänes. Die Faunen gehören dem mediterranen Teile des eocänen erdumspannenden Tethysoceans an und Vergleiche mit gleichaltrigen Fischfaunen Belgiens und des Pariser wie Londoner Beckens zeigen so viele Ähnlichkeit, daß eine breite Erstreckung dieses Meeres bis so weit nach Nordwesten angenommen werden muß. Aber auch mit westafrikanischen, ja patagonischen Fischfaunen des Eocäns zeigt der Verfasser derartige Beziehungen auf, daß er für das Eocän eine freie Meeresverbindung vom Mittelmeere dorthin annimmt, also eine damalige Landverbindung Westafrikas mit Südamerika, wie sie mehrfach hypothetisch gefordert wurde, für unwahrscheinlich hält.

Die vier referierten Arbeiten haben also alle zwar mehr oder minder unvollständiges und lückenhaftes, aber doch ziemlich reiches Material behandelt. Es wurde nicht nur dieses genau anatomisch und großenteils mikroskopisch untersucht, welche letztere Methode sich als sehr brauchbar erwies, sondern es wurde auch Material aus anderen Gebieten mitbehandelt. Dies führte teils zu weitergehenden Vergleichen und Schlüssen, teils zu kritischen Revisionen ganzer Tiergruppen. So wurde sowohl die Kenntnis der einstigen Wirbeltierfaunen Ägyptens durch die zahlreicher Formen bereichert, als auch eine möglichst gesicherte und breite Basis zu weiteren Arbeiten auch in anderen Gebieten geschaffen.

V, 4. Ganz anderer Art ist die letzte Arbeit. In ihr geht der beste Kenner fossiler Vögel, Prof. K. LAMBRECHT, von einem einzigen, dürftigen Fossil aus dem Unteroligocän Ägyptens aus, der unteren Hälfte eines stattlichen Laufknochens,

dessen Gelenke fast ganz abgewittert sind. Der Rest erweist sich dem Tarsometatarsus von Muelเลอร์nis, dem primitiveren Angehörigen der Aepyornithidae als sehr ähnlich; der Untersucher gelangt daher zu der Überzeugung, damit einen Vorfahren dieser bisher nur im Quartär Madagaskars nachgewiesenen Riesenlaufvögel vor sich zu haben. Er bespricht dabei nicht nur einige Fragen über die Systematik und das geologische Alter dieser Familie, sondern fügt auch eine Übersicht über das allerdings noch sehr dürftige Wissen bei, das wir über die ganze fossile Vogelwelt Madagaskars und Afrikas besitzen. Vor allem aber zieht er auch alle Folgerungen aus seinem Befunde. Durch ihn wird ja, falls er durch vollständigere Fossilreste Bestätigung erfährt, im Gegensatz zu manchen bisherigen Hypothesen bewiesen, daß die Aepyornithidae schon zur Alttertiärzeit, also früh stattliche Laufvögel waren, daß sie damals auf dem afrikanischen Festlande lebten und daß eine Landbrücke ihnen das Hinüberkommen nach Madagaskar ermöglicht hat. Damit wäre ein wesentlicher Schritt in der Kenntnis der so strittigen Vorgeschichte der Laufvögel getan, wenn auch noch ganz unklar bleibt, von welcher Vogelgruppe gerade

die Aepyornithidae abstammen. Hoffentlich regt also diese wie die vorigen Abhandlungen zu weiterem Suchen und Forsuchen in Ägypten an, nachdem man weiß, wo dort nachzugraben ist und was zu finden ist.

Literatur:

- Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. STROMERS in den Wüsten Ägyptens. II. Wirbeltierreste der Baharijestufe (unterstes Cenoman). 9. E. STROMER, Die Plagiostomen mit einem Anhang über käno- und mesozoische Rückenflossenstacheln von Elasmobranchiern. (Abh. bayer. Akad. Wiss., math.-naturw. Abt., Bd. 31, Abh. 5, München 1927.)
- V. Tertiäre Wirbeltiere.
1. L. MÜLLER, Beiträge zur Kenntnis der Krokodilier des ägyptischen Tertiärs. [Ebenda 31, Abh. 2 (1927).]
 2. B. PEYER, Die Welse des ägyptischen Alttertiärs nebst einer kritischen Übersicht über alle fossilen Welse. [Ebenda 32, Abh. 3 (1928).]
 3. W. WEILER, Die mittel- und obereocäne Fischfauna Ägyptens mit besonderer Berücksichtigung der Teleostomi. [Ebenda N. F., Abh. 1 (1929).]
 4. K. LAMBRECHT, *Stromeria fajumensis* n. g., n. sp., die kontinentale Stammform der Aepyornithidae, mit einer Übersicht über die fossilen Vögel Madagaskars und Afrikas. [Ebenda N. F., Abh. 4 (1929).]

Johannes Keplers *Astronomia nova*¹.

Der verdiente Übersetzer von JOHANNES KEPLERS im Jahre 1596 in Tübingen erschienenen Erstlingsschrift „Mysterium cosmographicum“ (B. Filsers Verlag, Augsburg 1923) hat sich nun auch der wesentlich größeren und schwierigeren Aufgabe einer Bearbeitung der *Astronomia nova* unterzogen, jenes bedeutungsvollsten der KEPLERSchen Werke, in welchem bekanntlich die beiden ersten Gesetze der Planetenbewegung aufgestellt sind.

Mit Recht sagt der Herausgeber im Vorwort „Wie viele gibt es, die KEPLER zwar verehren und ihn kennenzulernen das Verlangen haben, aber von dem so reichen Inhalt dieses seines größten Werkes kaum mehr als den Wortlaut der Planetengesetze kennen?“

Es tritt freilich zu den sprachlichen Schwierigkeiten des in teilweise schwer lesbarem Latein geschriebenen Werkes noch die größere hinzu, klare Einsicht in den Aufbau der ganzen Darlegung zu gewinnen. Dieser bietet sich nicht in dogmatischer Form dar, wie etwa NEWTONS *Principia*, sondern entwickelt sich konstruktiv, nach den einzelnen Stadien der sukzessive gewonnenen Erkenntnis, und nach den verschiedenen Richtungen der durchaus neuen astronomischen, mathematischen und physikalischen Ideen KEPLERS. Die räumliche Auffassung KEPLERS geht vom kopernikanischen Weltsystem aus, nicht aber — was bisher vielleicht nicht genügend gewürdigt worden ist — ohne neben dem Verlassen der Kreisbewegung auch bezüglich der Stellung der Sonne zur Bahn und bezüglich der Einführung der Bahngeschwindigkeit Grundsätzliches zu ändern.

Es ist deshalb besonders dankenswert, daß CASPAR in einem ersten Abschnitt seiner Einleitung eine ausführliche Darstellung der Planetentheorien des Ptole-

mäus und des Kopernikus gibt, anschließend an den „Almagest“ und die „Revoluciones orbium coelestium“, und daß er dabei die in heutiger Schreibweise wiedergegebenen Rechnungen zunächst auf das vor TYCHO BRAHE bekannte Zahlenmaterial für den Mars bezieht, an dessen Stelle dann die von KEPLER zugrunde gelegten Materialien, die alle damaligen an Genauigkeit übertreffenden Beobachtungen TYCHO BRAHES, treten.

Die Darstellung von CASPAR scheint wohl geeignet, auch von den höheren Schulen vom historischen und vom rechnerischen Gesichtspunkt aus herangezogen zu werden.

Ein zweiter Abschnitt der Einleitung behandelt eingehend unter sorgfältiger Benützung der Quellen die Entstehungsgeschichte der *Astronomia nova* selbst. Es lag dem Verfasser daran vor allem KEPLERS Persönlichkeit lebendig vor Augen zu führen, die Fähigkeit, mit der er trotz der ungeheuren Schwierigkeiten, die sich in den Weg stellten, das selbstgesteckte Ziel verfolgt hat, die geniale Intuition, die ihn schrittweise dabei geleitet hat. CASPAR zeigt hier ausführlich, wie der Gedankengang KEPLERS sich allmählich von der Annahme des KOPERNIKUS losgelöst hat. Während dieser von der gleichförmigen Kreisbewegung der Erde ausgeht und auf den Mittelpunkt dieses Bahnkreises, nicht auf den Mittelpunkt der ruhenden Sonne alle Berechnungen bezieht, geht KEPLER von der Sonne selbst aus und berechnet von hier aus die Planetenbahnen und ihre Bahngeschwindigkeit, insbesondere die des Mars. Während es PTOLEMÄUS vor allem, aber auch KOPERNIKUS wesentlich auf die phoronomische Darstellung ankommt, ist KEPLERS Leitgedanke ein dynamischer: die Sonne als Sitz der bewegenden Kraft. Der Briefwechsel KEPLERS mit MAGINI, mit HERWART von HOHENBURG, mit MÄSTLIN, mit FABRICIUS, die Beziehung zu TYCHO BRAHES Beobachtungen und Theorien dienen als Belege für die schrittweise nicht immer geradlinige Entwicklung und für die ungeheure Rechen-

¹ Übersetzt und eingeleitet von MAX CASPAR. München-Berlin: R. Oldenbourg 1929. 482 S. und 81 Abbild. 21 × 30 cm. Preis RM 38.50.

arbeit, auf Grund deren KEPLER zur Festlegung seiner beiden KEPLERSchen Gesetze geführt worden ist.

In einem dritten Abschnitt der Einleitung legt CASPAR, anschließend an die vorangeschickten historischen Ausführungen nunmehr den Aufbau des ganzen Werkes dar und gewährt uns, was bisher noch nirgends geschehen ist, den vollen Einblick in den Hergang der Entdeckung der Planetengesetze. Wie erwünscht, ja notwendig eine solche Klarstellung der logischen Beziehungen in KEPLERS Gedankengängen und Schlußfolgen für die richtige Würdigung des Marswerkes ist, zeigt schon der Umstand, daß die bisherigen Darstellungen, soweit sie nicht ganz kurz und deshalb ungenügend sind, sich in wesentlichen Punkten widersprechen und geradezu eine Streitfrage daraus machen, ob KEPLER bei der Entdeckung des Flächengesetzes zwei sich aufhebende Fehler begangen habe oder nicht. Die Ursache zu dieser seitherigen Unsicherheit ist in KEPLERS Darstellung zu suchen, der die einzelnen Kapitel mitten im Drang des Suchens und Probierens geschrieben hat, ehe in ihm die klare Einsicht in den wirklichen Sachverhalt zum Durchbruch gelangt war. Hierüber gibt CASPARS Darstellung und rechnerische Ausführung genauen Aufschluß und ist daher für das volle Verständnis der KEPLERSchen Entdeckung — für welche neben dem Marswerk auch noch die in den Jahren 1618—22 erschienene „*Epitome Astronomiae Copernicanae*“ heranzuziehen ist — von ganz besonderer Bedeutung.

Die mathematischen Rechenmethoden, die KEPLER vor allem bei seinem Rechnen mit den Abständen anwendet, werden von CASPAR in der uns geläufigen Schreibweise in der Einleitung und anhangsweise wiedergegeben und da zeigt sich denn, wie viele Integrationen KEPLER im Marswerk ausgeführt hat. So ist die *Astronomia nova* in der Tat eines der wichtigsten Dokumente für die Vorgeschichte der Integralrechnung, als solches aber seither kaum gewürdigt worden. Nur S. GÜNTHER weist gelegentlich auf eines der vielen Beispiele des Marswerkes hin, während für den Anteil KEPLERS an der Entwicklung der Infinitesimalrechnung selbst in der Regel lediglich dessen *Stereometria doliorum* (Berechnung des Inhaltes von Weinfässern) herangezogen wird. CASPAR verspricht uns eine gesonderte Darstellung der KEPLERSchen Ansätze, durch welche er auf Grund physikalischer Schlüsse den Übergang von der Kreisform zur Eiform und von dieser zur elliptischen Bahn vollzieht. Sie sind besonders deshalb bedeutsam für die Geschichte der Infinitesimalrechnung, weil hier physikalische Anschauungen, astronomische Beobachtungen und rechnerische Methoden ineinandergreifen.

Gerade hierauf aber kommt es an, wenn wir die Neuheit der KEPLERSchen Gedanken völlig würdigen wollen. Es hat deshalb CASPAR in seiner Einleitung besonderen Nachdruck auf die physikalische Seite der KEPLERSchen Spekulationen gelegt. Wie schon gesagt haben alle Vorgänger von KEPLER, PTOLEMÄUS, dann KOPERNIKUS, wesentlich nur die phoronomische Seite der Frage behandelt. „KOPERNIKUS weiß nicht, wie reich er ist“ sagt KEPLER im Hinblick auf die auch von KOPERNIKUS beibehaltene Beschreibung der Planetenbahnen mit Hilfe der Epicyklen. Für KEPLER aber gilt es eben mit diesem „Hausrat der Epicyklen“ aufzuräumen und das Planetensystem als von eigenen Gesetzen beherrscht, von physikalischen Kräften regiert nachzuweisen. Während GALILÄI zu der Vorstellung

einer Mechanik des Himmels nicht vorgedrungen ist, müssen wir KEPLER, auch wenn er die wahren Bewegungsgesetze der Himmelskörper noch nicht gefunden hat, doch als den unmittelbaren Vorgänger NEWTONE bezeichnen, der als erster bewußt und klar diese Beziehung zwischen Astronomie und Physik hervorgehoben hat. Das Marswerk führt den Titel „*Neue Astronomie* ursächlich begründet, oder *Physik des Himmels*“. In Briefen aus dem Jahre 1605 schreibt KEPLER „er habe seit fünf Jahren mindestens die Hälfte der Zeit, die ihm die Geschäfte des Hofes übrig ließen, auf physikalische Überlegungen verwandt“, und erklärt weiter: „Ich glaube, daß beide Wissenschaften — Physik und Astronomie — so eng miteinander verflochten sind, daß die eine ohne die andere nicht zur Vollkommenheit gelangen kann“.

Das ist eine durchaus neue Sprache und wir Deutsche haben allen Grund auf das stärkste zu betonen, daß wir KEPLERS Genie die Vorstellung einer Dynamik des Himmels verdanken.

Diesen Grundgedanken, der KEPLERS Leitfaden bei seinen Spekulationen gewesen ist, klar in der Einleitung seiner Übersetzung des Marswerkes und in den Anmerkungen herausgearbeitet zu haben, ist das Verdienst von CASPAR. Die Anmerkungen ergänzen überdies die KEPLERSche Darstellung überall da, wo er bei seinem Ringen mit dem Stoff unklar ist in glücklicher Weise dadurch, daß jeweils die leitenden Rechnungen in unserer heutigen Formulierung beigelegt sind.

Es ist keine Frage, daß die beiden von CASPAR gegebenen Übersetzungen, des *Mysterium cosmographicum* und des Marswerkes, mit der beigelegten ausführlichen Darstellung der Gedankengänge einen vortrefflichen Zugang zu KEPLER gewähren; es steht zu erwarten, daß auch das dritte große Werk die „*Harmonice mundi*“ eine gleiche Bearbeitung durch Herrn CASPAR erfährt.

Einen noch intimeren Einblick in KEPLERS Arbeits- und Denkweise und mehr noch in seinen edlen freimütigen Charakter, seine Begeisterung zum Schaffen, seinen tiefen demütigen religiösen Sinn gewährt KEPLERS Briefwechsel. Die Veröffentlichung einer Auswahl aus diesen gedankenreichen Briefen in deutscher Übertragung ist im Gange. Sie wird zur 300jähr. Wiederkehr seines Todestages (15. November 1630) als Festgabe zu der in Regensburg geplanten Kepler-Feier erfolgen.

Wenn dann weiter eine vollständige und zuverlässige Ausgabe der Gesamtwerke auf Grund der Originaltexte, der alten und der neuerdings wiederaufgefundenen, Wirklichkeit geworden ist, wenn sie ergänzt ist durch eine aus dem Gesamtmaterial aufgebaute Lebensbeschreibung, dann erst werden wir sagen können, daß wir den Manen eines der größten deutschen Denker gerecht geworden sind und daß damit nicht bloß eine Dankspflicht sich erfüllt, sondern auch eine Pflicht der Selbstachtung vor deutschem Wesen und Schaffen, Ehrfurcht und Achtung fordernd für ein Lebenswerk, das unvergleichlich emporgewachsen ist in jenen schwersten Zeiten, die damals über Deutschland hereingebrochen waren, unter Not und Entbehrung, allen Schwierigkeiten und Anfeindungen zum Trotz, denen der Gedanke einer im Weltall gleich anderen Planeten bewegten Erde ausgesetzt gewesen, getragen von jenem Idealismus, der dem Göttlichen in der Natur nachsinn und nachforscht.

WALTHER VON DYCK.

Besprechungen.

BUCHNER, PAUL, **Holznahrung und Symbiose**. Vortrag gehalten auf dem X. Internationalen Zoologentag zu Budapest am 8. Sept. 1927. Berlin: Julius Springer 1928. 64 S. und 22 Abb. 14 × 22 cm. Preis RM 4.50.

Durch seine Arbeiten auf dem Gebiete der tierischen und pflanzlichen Symbiose hat BUCHNER lebenswichtige Beziehungen zwischen pflanzlichen Mikroorganismen einerseits und Tieren andererseits in erstaunlicher Fülle aufgedeckt. Die vorliegende Schrift beschäftigt sich mit einem Kapitel aus dem Gesamtgebiet. Auch auf diesem konnte BUCHNER überraschende Entdeckungen machen. Er zeigte durch eine Anzahl von Untersuchungen, wie sehr die Mikroorganismen an die Lebensgewohnheiten der Wirte angepaßt sind. Die Darlegungen waren der Gegenstand eines Vortrages auf dem X. Internationalen Zoologentag in Budapest 1927. BUCHNER hat sie noch in mancher Hinsicht erweitert und hier zusammenfassend dargestellt. Da die Ausführungen von B. auch für weitere Kreise von Interesse sind, so sei es gestattet, die Besprechung etwas zu erweitern.

Verfasser geht von der *Arbeitshypothese* aus, „daß der tiefere Sinn dieser seltsamen, zumeist so unglaublich innigen symbiontischen Bündnisse der sei, daß durch Indienststellen eines Spezialisten unter den Mikroorganismen das Tier seine Leistungen über die eigenen Fähigkeiten hinaus erweitere, und daß ein solcher Schritt bei ungewöhnlichen Nahrungsquellen besonders naheliegt“. Eine Reihe von Beispielen wird nach den allgemeinen Erörterungen besprochen. Zunächst wird auf die bereits von MÖLLER aufgedeckten Fälle hingewiesen, in denen Ameisen Laub zusammentragen, welches als Dünger für ihre Pilzgärten dient. Ferner bespricht Verfasser die Fälle bei holzbrütenden Borkenkäfern, die ihre Gänge mit Pilzrasen auskleiden, wobei besonders bemerkenswert ist, daß die überwinterten Weibchen dieser Käfer in besonderen Organen Dauerformen der Pilze beherbergen und im Frühjahr mit dem Kot in den neuen Bohrgängen entleeren. Dort wuchert der Pilz von neuem und er dient mit als Nahrung für die Käfer. Ferner wird die Ambrosiapilzzucht (von dem Käfer *Hylecoetus dermestoides*) dargestellt. Bei dieser Form stellte BUCHNER fest, daß der Käfer besondere Organe (Schmiertaschen) trägt, welche mit Sporenmaterial der Symbionten angefüllt sind. Bei der Ablage der Eier werden Sporenmassen auf die Eischale geschmiert, und die junge Larve, welche ihre Eischale auffrißt, infiziert sich von neuem mit Dauerformen des Ambrosiapilzes. Mit dem Kot streut die Larve den Pilz in den Bohrgängen wieder aus, und so wird die lebensnotwendige Pilzzucht in den Gängen von neuem sichergestellt. Wie Verfasser andeutet, liegen die Verhältnisse ähnlich bei den Holzwespen. Das Gemeinsame der vorgetragenen Beispiele besteht darin, daß die Insekten den Pilz züchten und zur Bewahrung der Zucht ihn *vorübergehend* im Körper aufnehmen und durch einen eigenen Apparat der Brut wieder mit auf den Lebensweg geben.

Im zweiten Teil behandelt BUCHNER andere noch merkwürdigere Fälle. Diesen ist gemeinsam, daß das Insekt den Symbiont (Bakterien oder Hefepilze) dauernd im Darne bzw. in besonderen Anhangsgebilden des Darmes züchtet, sei es im Larvenleibe, sei es als Vollkerf. Die Rolle der Symbionten ist die, daß sie Cellulose in einer bestimmten Weise abbauen oder aufschließen, wodurch die Cellulose dem holzfressenden Insekt als Nahrungsquelle überhaupt erst zugänglich wird. Der Wirt er-

nährt dafür den Symbionten durch eigene Körpersäfte und beherbergt ihn. Außerordentlich zweckmäßige Einrichtungen am Legeapparat sind bei diesen Insekten vorhanden, damit die nachfolgende Brut, d. h. die Eier einen Stamm von Symbionten mit auf den Lebensweg bekommt. — Als Beispiel erwähnt BUCHNER ferner die Symbiose zwischen Termiten und Flagellaten, die schon CLEVELAND aufgedeckt hatte. Dann werden ferner noch Fälle besprochen, in denen Bakterien bzw. Pilze (Hefe) mit Insekten in intracellulärer Symbiose leben. Besonders wird das Beispiel des Rosenkäfers dargestellt (*Potosia*), der als Larve in Ameisenhaufen lebt. Die holzfressende Larve besitzt besonders Säcke am Darm, die BUCHNER sehr treffend als Gärkammern bezeichnet, in denen cellulosespaltende Bakterien leben. Diesem Beispiel reiht Verf. noch weitere an, und er bespricht die entsprechenden Verhältnisse bei Fliegenlarven (*Ti-puliden*), bei der Olivenfliege *Dacus oleae* und besonders bei Rüsselkäfern. Immer wieder ist man erstaunt über die Fülle und Mannigfaltigkeit der „Beschiemvorrichtungen“, der „Pilzspritzen“ oder „Bakterienspritzen“, welche BUCHNER von Fall zu Fall feststellen konnte. Der Sinn dieser Hilfsorgane liegt darin, die Symbionten in sicherer Weise der Nachkommenschaft zu übergeben. Im letzten Teile erörtert Verfasser mehr allgemeine Gedanken. Er vermutet, daß die intracellulär gezogenen Pilze und Bakterien ein Gegenstück zur Ambrosiapilzzucht, der Flagellatenzucht im Termitendarm und der Bakterien in den Gärkammern darstellen. Besonders wichtig ist die Feststellung, daß Pilzzüchter und Gärkammern besitzende Tiere nie intracelluläre Symbiosen hegen und umgekehrt. Auch treten Pilzzucht und Gärkammern *nie zusammen* auf. Ferner stellt BUCHNER fest, daß Encymproduktion und Symbiose bei Insekten mit cellulosereicher Kost *nie gleichzeitig* vorkommen. Reine Holznahrung hat aber wohl sicher die Voraussetzung, daß eine der beiden Einrichtungen vorkommt. Schließlich betont Verf., wie weit sich die Symbionten ihrerseits an ihren Partner angepaßt haben. Sie werden durch ihren Partner in außerordentlich zweckmäßiger Weise gezüchtet, und durch seltsame Spritz- und Beschiemapparate trägt das Symbiont beherbergende Insekt dafür Sorge, daß die eigene Nachkommenschaft mit den zugehörigen Symbionten versehen wird.

Wir mußten uns beschränken, das wichtigste aus der gedanken- und inhaltsreichen Schrift kurz wiederzugeben. Seine Ausführungen veranschaulicht Verfasser durch eine Reihe hervorragender Bilder. Jedem, der sich für allgemeine biologische Probleme interessiert, sei die Schrift empfohlen, zumal eingehende entomologische Kenntnisse zum Verständnis nicht vorausgesetzt werden.

ALBRECHT HASE, Berlin-Dahlem.

KOLOSVÁRY, GABRIEL v., **Die Weberknechte Ungarns**. Budapest: Studium-Verlag. 111 S., 67 Textabb. und 11 Taf. Preis geh. RM 38.—, geb. RM 42.—. (Text Ungarisch und Deutsch.)

Der Zweck der Monographie ist in der Einleitung ausgesprochen. Es lag KOLOSVÁRY daran, ein Werk zu schaffen, welches dem bekannten Buch von ROEWER (*Die Weberknechte der Erde*, Jena 1923) an die Seite zu stellen wäre betreffend der ungarischen Arten. Aus dem außerordentlich reichen Inhalt kann nur einiges hier angeführt werden. Zunächst bringt KOLOSVÁRY eine Zusammenstellung der ungarischen Arten, dann folgt eine genaue Beschreibung der äußeren Morphologie und darauf schließt sich die Darstellung der inneren

Anatomie an. Letzterer Abschnitt ist in einen allgemeinen und einen speziellen Teil gegliedert, und es werden folgende Organe ausführlich behandelt: 1. An der Oberfläche mündende Drüsen. 2. Darmsystem. 3. Blutgefäßsystem. 4. Atmungsorgane. 5. Muskulatur. 6. Nervensystem. 7. Empfindungsorgane. 8. Geschlechtsorgane.

Auf morphologische Einzelheiten müssen wir hier verzichten und auf die Arbeit selbst verweisen. Ein reichhaltiges Bildmaterial begleitet die anatomischen Erörterungen.

Aus dem Buch sei von der Lebensweise einiges wiedergegeben, zumal die „Weberknechte“, volkstümlich auch „Kanker“ genannt, durch ihre auffallende Gestalt auch dem Nichtzoologen wohl bekannt sind. Eine ganze Reihe von Eigentümlichkeiten teilen die ungarischen Formen mit den deutschen Arten, insofern gelten die biologischen Angaben von KOLOSVÁRY auch für die heimische Fauna. KOLOSVÁRY hat sich mit der Lebensweise der ungarischen Formen eingehend befaßt. Er bearbeitete folgende Punkte: Verbreitung, Aufenthalt, Benehmen in der Umgebung, Ernährung, (Nahrungsbeschaffung), Geschlechtsleben, Paarung, Eierdeponierung, Ontogenese, Phylogenese, Wanderung, Parasiten, Korrelation zwischen psychischen und körperlichen Eigenschaften. Er teilt die Formen in 2 Gruppen, die eine lebt mehr auf der Erde, ist also erdgebunden, die andere lebt an Wänden, in Gesträuchen, in Gebäuden und sonstigen Biotopen. Verfasser konnte feststellen, daß die Weberknechte gegen Temperaturschwankungen empfindlich sind und deshalb suchen sie vielfach Höhlen und sonstige Verstecke auf, wo die Schwankungen der Temperatur geringer sind. Ein Teil der Weberknechte lebt in losen Gesellschaften, ein anderer Teil lebt mehr vereinzelt. Erwähnung findet auch die merkwürdige noch nicht geklärte Erscheinung der sog. „Windmimikri“. Ferner werden auch die Erscheinungen der Autotomie besprochen und es wird darauf hingewiesen, daß die hinteren Beine zuerst abgeworfen werden. Eine Reihe von Versuchen sind auch ausgeführt worden, um das Verhalten der Tiere gegenüber chemischen Reizen zu prüfen, u. a. konnte festgestellt werden, daß durch Alkoholdämpfe gereizte Tiere das Sekret der Stinkdrüse ausstoßen.

Über die Nahrung der Weberknechte teilt KOLOSVÁRY folgendes mit. Die *Nemastomen* leben von winzigen Insekten, die *Ischyropsalen* von Schnecken, die *Phalangiden* von tierischer und pflanzlicher Kost, die *Trogulidae*, *Dicranolasmen* ausschließlich von tierischer Kost. Das Fressen geschieht in der Weise, daß die Tiere mit den Scheeren Brocken abschneiden und dann in den Mund schieben. Beim Trinken drückt das Tier den Mund direkt auf das Wasser. Im Gegensatz zu den echten Spinnen fressen die Weberknechte bißweise. Ausführlich äußert sich KOLOSVÁRY auf Grund eigener Beobachtungen über das Geschlechtsleben. Der Paarungszyklus dauert ungefähr 1–2 Stunden. Es konnten bis zu 19 Paarungen während dieser Zeit beobachtet werden. Die verschiedenen Vorgänge während des Paarungszyklus hat Verfasser genau beschrieben. Er unterscheidet 7 Aktionen des Männchens und 3 Reaktionen von seiten des Weibchens; 16 verschiedene Einzelvorgänge spielen sich in einem Paarungszyklus ab. Außer dem sichtbaren sind auch noch verborgene „Kryptoreaktionen“ feststellbar. Die Beobachtungen von KOLOSVÁRY lehren, daß auch diese Gruppe der Spinnentiere ein hoch differenziertes Geschlechtsleben aufweist. Ferner beschäftigt sich Verfasser mit der Entwicklungsgeschichte der Jungtiere und er weist auf den merkwürdigen Wandertrieb der Jungformen hin. An welchen

Biotopen die Form sich schließlich ansiedelt, wird erörtert. Ein besonderer Abschnitt ist der Phylogenie gewidmet und es werden in einer Tabelle die charakteristischen Eigenschaften der Spinnen gegenüber den Weberknechten, sowie die gemeinsamen Züge beider Formen zusammengestellt. An Parasiten sind vom Verfasser bei den ungarischen Weberknechten bisher Nematoden und Protozoen im Inneren gefunden worden; als Außenparasiten kommen Milben und Pseudoskorpione in Betracht. Die verschiedenen Korrelationen zwischen körperlicher und psychischer Fähigkeit wird erörtert. Auch hier gibt KOLOSVÁRY eine tabellarische Gegeüberstellung der Eigenschaften der echten Spinnen gegenüber den Weberknechten. Ein faunistischer Teil schließt das Werk. In ihm werden die einzelnen Arten genau beschrieben unter Angabe von Fundorten usw. Wir mußten uns hier beschränken, nur einiges wiederzugeben. Nach jeder Richtung hin bietet das vorliegende Werk sehr viel, ob man sich allgemein biologisch oder vom systematischen Standpunkt aus mit diesen Formen beschäftigt, man wird die Arbeit zukünftig nicht übersehen können. Der Text ist ungarisch und deutsch. ALBRECHT HASE, Berlin-Dahlem.

THIENEMANN, A., *Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See*. (Die Binnengewässer, Einzeldarstellungen aus der Limnologie, hg. von A. THIENEMANN, Bd. 4.) Stuttgart: E. Schweizerbarth, 1928. 175 S. und 41 Abb. 17 × 25 cm. Preis geh. RM 18.—, geb. RM 19.50.

Das Endziel dieser Studie kennzeichnet Verf. dahin, ein tieferes Verständnis für die Unterschiede in den Sauerstoffverhältnissen und damit im Gesamtstoffwechsel der verschiedenen Seentypen zu gewinnen und diese Unterschiede zahlenmäßig festzulegen. Er gründet seine Betrachtungen auf ein umfangreiches Zahlenmaterial, das sich auf die morphometrischen Verhältnisse der Seen und auf die Sauerstoffverteilung in ihnen bezieht und an norddeutschen und Voralpenseen, an den Eifelmaaren und den von BIRGE und IUDAY untersuchten nordamerikanischen Seen gewonnen ist. Durch den Vergleich dieser Grundlagen findet er, daß die eigentümlichen Verhältnisse des Sauerstoffzustandes in oligotrophen und eutrophen Seen in der Hauptsache durch die Morphologie des Seebeckens bestimmt werden, durch das Verhältnis von Volumen zu Oberfläche, d. h. durch die mittlere Tiefe. Damit ist das Verhältnis der trophogenen Schicht (im allgemeinen 0–10 m Tiefe), in der assimilierende Pflanzen gedeihen und organische Substanz erzeugen können, zur tropholytischen Schicht (von 10 m bis zum Boden), in der der Zerfall organischer Substanz überwiegt, gegeben und damit die Grundlage für den Kreislauf des Lebens im See. Ja, er gelangt sogar zu festen Zahlenwerten, durch die einerseits die oligotrophen, andererseits die eutrophen Seen bestimmt sind. So gewinnt die Morphometrie ausschlaggebende Bedeutung für das Verständnis des Lebensablaufs in den Seen, und das ist ein überaus wichtiger Fortschritt. Freilich von der Berechnung des gesamten Haushalts der organischen Substanz in den Seen muß einstweilen noch abgesehen werden; dazu fehlen noch viele Unterlagen. Aber auf dem hier gewonnenen Fundament läßt sich erfolgreich weiterbauen.

R. HESSE, Berlin.

Neuzeitliche Maßnahmen zur Erhöhung der landwirtschaftlichen Produktion. 20 Vorträge, gehalten auf dem Lehrgang für Kulturtechnik, Bodenmelioration und Grünland in Kiel vom 7.–12. Mai 1928. Herausgegeben vom Landwirtschaftlichen Ausschuß der Schleswig-Holsteinischen Universitätsgesellschaft.

Breslau: Ferdinand Hirt 1929. 244 S., 75 Skizzen und 26 Abbildungen. 17 × 25 cm. Preis geh. RM 12.60.

Inhalt: Einleitung: Die Notwendigkeit der Kulturtechnik und die Abhängigkeit der Landnutzung von kulturtechnischen Arbeiten, insbesondere in Schleswig-Holstein. 1. Die Kulturtechnik als Faktor in der Weltwirtschaft. Von J. BAUER in Berlin, stellv. Vorsitzender des Deutschen Moorvereins. 2. Bayerische Kulturbau-Tätigkeit. Von Min.-Dir. Prof. WILHELM WEIGMANN, München. 3. Bedeutung und Entwicklung der Bodenmelioration in Preußen. Von Oberbaurat FRITZ MIERAU, Magdeburg. 4. Die Vorbedingungen für Ackerbau und Grünland hinsichtlich der Wasserversorgung. Von Prof. Dr. JOHANNES ROTHE, Königsberg i. Pr. 5. Die Regulierung des Wasserhaushaltes im Boden. Von Prof. Dr. W. FRECKMANN, Berlin. 6. Die fließenden Gewässer. Von Oberbaurat FRITZ MIERAU, Magdeburg. 7. Über die Regelung der natürlichen und künstlichen Entwässerung. Von Baurat RUDOLF SCHAEFER, Schleswig. 8. Kulturtechnische Geräte und Maschinen. Von Prof. Dr.-Ing. KARL-HEINRICH DENCKER, Landsberg (Warthe). 9. Gewinnung von Neuland im Wattenmeer. Von Baurat ARTUR HEEKT, Schleswig. 10. Bewässerung durch Beregnung. Von PAUL KOSTKA, Königsberg i. Pr. 11. Die Neuanlage, Düngung und Pflege der Wiesen und Weiden. Von Landesökonomierat Dr. AUGUST TANCÉ, Kitzberg. 12. Wert und Bedeutung der wichtigsten einheimischen Gräser und Schmetterlingsblüher für wirtschaftlich hochwertiges Grünland. Von Prof. Dr. C. A. WEBER, Bremen. 13. Das Wesen der Wechselweide. Von Prof. Dr. WALTER DIX, Kiel. 14. Bedeutung der Wiesen und Weiden. Von Prof. Dr. BERTHOLD SAGAWÉ, Kiel. 15. Erfahrungen auf Niedermoor. Von Geh. Rat Prof. B. TACKE, Vorsteher der Moor-Versuchsstation, Bremen. 16. Betriebswirtschaftliche Erfahrungen auf Hochmoor. Von Güterdirektor Dr. ANTON THELEN, Hohenlicht bei Eckernförde. 17. Bildung von Genossenschaften für Bodenmelioration. Von Baumeister OTTO SCHÖNFELDER, Rendsburg. 18. Die Konservierung von Grünfütter durch Einsäuern. Von Prof. Dr. H. BÜNGER, Kiel. 19. Neuzeitliche Heugewinnung. Von Dr. L. KANZLER, München. 20. Wirtschaftlichkeit der Meliorationen. Von Landwirtschaftsrat PAUL LANGHANS, Kiel.

Das vortrefflich ausgestattete Buch ist der Niederschlag der Beratung einer eier volle Woche tagenden Versammlung von 150 landwirtschaftlichen und kulturtechnischen Sachverständigen im vorigen Jahre und enthält den Wortlaut der 20 damals gehaltenen Vorträge nebst der trefflichen Einleitung durch den Staatssekretär Dr. HAGEDORN. Sehr viel Vorzügliches und für unsere so überaus schwierigen Zeitverhältnisse Hochwichtiges ist darin durch die zu diesem Zwecke ausgerufenen Fachmänner mitgeteilt und enthalten. Nur eine einzige Lücke anzutreffen hat Ref. befremdet. Während sonst (auch in der vorwiegend kulturtechnischen Seite der brennenden Fragen) die handelspolitische Seite ihre gebührende Berücksichtigung (und dies gilt vor allem für die ersten Vorträge der längeren Reihe) gefunden hat, vermüßte Ref. die eingehende Behandlung der *Verkaufsorganisationen*, was um so mehr auffällt, da die Provinz Schleswig-Holstein, für die doch in erster Linie die ganze Unternehmung dienen sollte, nur auf ihre Nachbarländer zu blicken brauchte, um zu erfahren, wie es gelingen kann, die Einfuhr landwirtschaftlicher Produkte zu hemmen und die Ausfuhr derselben zu erzwingen. Der dänische Butterexport nach England, der holländische Export von Eiern und Glashauserzeugnissen nach Deutschland, auch das fernerliegende Beispiel der Einfuhr von ita-

lienischem Frühgemüse wäre doch sehr geeignet gewesen, uns die Augen zu öffnen über Entwicklungsmöglichkeiten von Einrichtungen, in denen wir rückständig sind, während wir in rein technischen und theoretischen Dingen Meister sind und nur deshalb diese Meisterschaft nicht ausüben können, weil es an finanziellen Mitteln fehlt, unsere Kenntnisse durchzuführen. In dieser letzteren Hinsicht werden in dem Vortrag des bayrischen Ministerialdirektors Prof. WEIGMANN einige bemerkenswerte Winke gegeben.

Im übrigen aber muß unseres Erachtens der Sammlung von Vorträgen in allem was sie bieten, die volle Billigung und Empfehlung zuteil werden. Rein naturwissenschaftlich ist sie in der Tat bedeutend und, was etwa fehlt, ist ja nicht der Redaktion des Buches, sondern nur der Einberufung der Versammlung zuzuschreiben.

ADOLF MAYER, Heidelberg.
DÜRKEN, BERNHARD, Lehrbuch der Experimentalzoologie, II. Aufl. Berlin: Gebr. Borntraeger 1928. VIII, 782 S. und 290 Abb. 17 × 26 cm. Preis geh. RM 51.—, geb. RM 54.—.

Die vorliegende zweite Auflage der DÜRKENschen Experimentalzoologie betitelt sich nicht mehr „Einführung“, sondern „Lehrbuch“. Den gesteigerten didaktischen Rücksichten entspricht eine weitgehende Änderung in der Anordnung des Stoffes gegenüber der ersten Auflage. Außer der „Entwicklungsmechanik“ im engeren Sinne wird wieder „Phänogenetik, Kinetik der Entwicklung, formale und kausale Vererbungs-forschung“ einbezogen. Während aber in der ersten Auflage die Entwicklungsmechanik des Individuums und die Vererbungslehre je in gesonderten Abschnitten behandelt worden sind, erscheinen sie nunmehr in inniger Vermischung, gewissermaßen Person und Generation einander nähergebracht. Wesentlich und gut an dem Umbau des Buches ist ferner, daß bei Entwicklung und Vererbung die formalen von den kausalen Fragen abgesondert besprochen werden. Noch einige andere Verbesserungen der Neuaufgabe sind sehr sachgemäß. Nicht sehr glücklich erscheint, daß die seit der ersten Auflage neu gewonnenen fundamentalen Ergebnisse über Determination in Form eines eigenen Kapitels eingeschoben statt in den übrigen Stoff harmonisch eingearbeitet worden sind; demgemäß findet man jetzt mancherlei Erscheinungen in dem alten Zusammenhang belassen, die nach dem gegenwärtigen Standpunkt richtiger anderwärts einzureihen gewesen wären: beispielsweise stört es, daß die Determination der Linsenbildung durch den Augenbecher und dergleichen Prozesse nicht unter „Determinatio“, sondern wie früher unter „Relationen“ behandelt sind. Im übrigen scheint es, als wollte D. den „Korrelationen“ im Sinne von „wechselseitigen Beziehungen zwischen 2 morphologisch definierbaren Teilen“ nunmehr eine etwas weniger dominierende Rolle im Entwicklungsgeschehen zuschreiben als früher. Die Behandlung der Vererbungsfragen klingt in eine Warnung vor der starr präformistischen Einstellung der modernen Genetik aus; sie denke zu sehr morphologisch-analytisch und das Ganzheitsproblem komme zu kurz. D. bringt seine Abneigung gegenüber rein morphologischen Vererbungstheorien hier noch entschiedener zum Ausdruck als in der ersten Auflage. Davon legen gewisse terminologische Veränderungen Zeugnis: der Begriff des „Idioplasmata“ ist fortgelassen, an Stelle von „Erbmasse“ erscheint zumeist unter stärkerer Betonung des Epigenetischen und Dynamischen „Reaktionsbasis“, „Spaltungsgesetz“ ist zur „Spaltungsregel“ geworden u. dgl. m. Trotz dieser Einstellung hat das seit der ersten Auflage herangereifte *Drosophila*-Werk

der MORGANSchen Schule von D. eingehende Besprechung und Würdigung gefunden. In der Frage der „Vererbbarkeit erworbener Eigenschaften“ hat D. einige Änderungen gegenüber der ersten Auflage angebracht. Die Veränderbarkeit der „Reaktionsbasis“ wird festgehalten, aber die früher ziemlich breit behandelten Experimente KAMMERERS sind im wesentlichen aus dem Beweismaterial ausgeschaltet worden. Eine unmittelbare merogene Induktion wird ebenso wie eine Parallelinduktion abgelehnt. D. vermeidet es allerdings, dem herrschenden genetischen System ein festes eigenes gegenüberzustellen; bloß am Schluß des Buches findet sich eine kurze, programmatisch gehaltene Äußerung über „Gene“ als „Endfaktoren“, eine von D. angedeutete Neuerung der Auffassung, die jedoch, wie dem Ref. scheinen will, weder für den Entwicklungsmechaniker noch für den Genetiker glattweg annehmbar sein dürfte.

Das Buch vermeidet es durchwegs, eine dogmatische Sprache zu sprechen und hebt in allen Fragen die Problematik in den Vordergrund, was für den angehenden Forscher von großem Wert sein kann. Die Einzeldarstellung ist sorgfältig; bloß vereinzelt Unebenheiten fallen auf: so z. B., daß im Kapitel „Heteromorphose“ die berühmte HERBSTSche Augen-Antennen-Heteromorphose, ebenso im Kapitel „Geschlechtsumstimmung erwachsener Tiere“ die STEINACHSchen Versuche überhaupt nicht erwähnt sind, obwohl sie an anderer Stelle besprochen sind. Einige andere Ungereimtheiten wären wohl nur durch eine völlige Neubearbeitung zu vermeiden gewesen. Eine Anzahl Angaben der ersten Auflage, deren Korrektur inzwischen notwendig geworden ist, sind entsprechend berichtigt worden. Ganze Abschnitte sind neu aufgenommen worden, so über „Determinations“, „Hormone“ (einschließlich „Verjüngung“), „Artbastarde“, „Quantitative Wirkungen der Anlagestoffen“. Gründlich erweitert wurden „Geschlechtsbestimmung und -umstimmung“ und „Koppelerscheinungen“. Auch ist eine Anzahl neuer Abbildungen hinzugekommen. Bezüglich der Bilder muß leider gesagt werden, daß ihre Wiedergabe im Druck in der vorliegenden Ausgabe sich mit dem Wechsel des Verlages gegenüber der ersten Auflage verschlechtert hat. Einige Vorlagen sind zwar scheinbar frisch hergestellt worden, die meisten aber sind bedeutend unklarer als früher.

Theoretische Erörterungen nehmen diesmal einen etwas breiteren Raum ein. Der Standpunkt, den D. da mit aller Vorsicht einnimmt, liegt auf der Bahn, welche die Biologie in den letzten Jahren mehr und mehr einschlägt: in der stärkeren Betonung des Energetisch-Dynamischen gegenüber dem Geometrisch-Morphologischen. Diesem Standpunkt war D. aber schon in der ersten Auflage zugeneigt gewesen.

PAUL WEISS, Berlin-Dahlem.

PEÉTERFI, T., *Methodik der wissenschaftlichen Biologie*. 2 Bände. Berlin: Julius Springer 1928. XXIV, 2644 S., 851 Abbild. und 1 farb. Taf. 17 × 26 cm. Preis geh. RM 188.—, geb. RM 198.—.

Ein Werk von so enzyklopädischem Charakter kann man eigentlich nur vom Standpunkt desjenigen, der wohl von den Dingen, die darin abgehandelt sind, so viel oder so wenig weiß, daß er sich in dem Buch Rat holen kann, aber doch nicht eigentlich Fachmann ist, beurteilen. Und das Werk soll ja wohl auch in erster Linie den so charakterisierten Ansprüchen dienen, d. h. zunächst Einarbeit wie auch gelegentlichen Exkurs in ein fremdes Gebiet biologischer Technik ermöglichen. Daß viele Artikel darüber hinaus so weit ins einzelne

gehen, daß sie auch dem jeweiligen Spezialisten gute Dienste leisten, sei besonders vermerkt.

Eine ausführliche Besprechung aller oder auch nur der wichtigsten Artikel kommt hier nicht in Frage. Es sei daher nur die Aufzählung der Artikel gegeben:

Einführung in die mathematische Behandlung naturwissenschaftlicher Fragen (A. WALTHER, Darmstadt); Allgemeine mikroskopische Optik (A. KÖHLER, Jena); Polarisationsmikroskopie (W. J. SCHMIDT, Gießen); Ultramikroskopie (H. ZOCHER, Berlin); Lebenduntersuchungen im auffallenden Licht (P. VONWILLER, Zürich); Vitalfärbung (P. VONWILLER, Zürich); Elektrohistologische Färbungsreaktion (R. KELLER, Prag); Gewebezüchtung (G. LEVI, Turin); Die Technik der Zelloperationen (Mikrurgie) (T. PÉTERFI, Berlin); Die Herstellung mikroskopischer Dauerpräparate. Allgemeine Methodik der Fixierung, Einbettung und des Schneidens (G. C. HERINGA, Amsterdam); Die Technik der deskriptiven Cytologie (K. BÉLAŘ, Berlin); Untersuchung der Protozoen (K. BÉLAŘ, Berlin); Pflanzliche Vitalfärbungen (E. KÜSTER, Gießen); Botanische Dauerpräparate (H. SCHNEIDER, Stralsund); Tierische Gewebe (B. ROMEIS, München); Histochemische Methoden (B. ROMEIS, München); Mikroskopischer Nachweis der Zellpigmente und Lipide in tierischen und menschlichen Geweben (M. SCHMIDTMANN, Leipzig); Allgemeine und spezielle Methodik der Histochemie (G. KLEIN, Wien); Methoden der beschreibenden Embryologie (E. PERNKOPF, Wien); Technik der Herstellung anatomischer Präparate (E. PERNKOPF, Wien); Mikrotechnik der Wirbellosen (J. v. GELEI, Szeged); Zoologische Musealtechnik (C. ZIMMER, Berlin); Botanische Museumskunde (J. SCHILLER, Wien); Herbarpflanzen (I. DÖRFLER, Wien); Das Sammeln zoologischer Untersuchungsobjekte (P. SCHULZE, Rostock); Süßwasseraquarien und Terrarien (L. MÜLLER, München); Meerwasseraquarien (W. B. SACHS, Berlin); Insekten (A. HASE, Berlin); Die Zucht der Lymantriidae und Saturniidae (K. PARISER, Berlin); Haltung und Züchtung von Säugtieren zu wissenschaftlichen Versuchszwecken (H. NACHTSHEIM, Berlin); Kultur der Algen und Pilze (E. KÜSTER, Gießen); Halten und Züchten höherer Pflanzen (F. OEHLKERS, Tübingen); Photographie für naturwissenschaftliche Zwecke (H. WACHS, Rostock-Stettin); Mikrophotographie (B. ROMEIS, München); Kinematographie und Mikrokineematographie (K. HÖFER, Berlin); Zeichentechnik (K. BELAR, Berlin); Methoden der Vererbungslehre (G. JUST, Greifswald); Entwicklungsmechanik der Pflanzen (A. TH. CZAJA, Berlin); Entwicklungsmechanik der Tiere (O. MANGOLD, Berlin); Die Methoden der künstlichen Parthenogenese (J. RUNNSTRÖM, Stockholm); Technisches über die Zellstimulation (M. POPOFF, Sofia); Aseptische Operationstechnik (H. F. O. HABERLAND, Köln); Untersuchungsmethoden der allgemeinen Reizphysiologie und der Verhaltensforschung an Tieren (O. KOEHLER, Königsberg); Methoden der Protoplasmaforschung (J. SPEK, Heidelberg); Physikalisch-chemische Methoden in der Pflanzenphysiologie (E. G. PRINGSHEIM, Prag); Elektrometrie (G. ETTISCH, Berlin); Stoffwechsel der Zellen und Gewebe (H. A. KREBS, Berlin); Der Stoffwechsel der Pflanzen (O. ARNBECK, Berlin); Methoden zur Untersuchung des Stoff- und Energiewechsels der Tiere (J. HIRSCH, Berlin).

Dazu wäre zu bemerken, daß einige von diesen Artikeln Methoden behandeln, die bisher überhaupt nicht zusammenfassend dargestellt wurden, und daß so manche von den anderen Artikeln frühere Darstellungen derselben Teilgebiete zumindestens ersetzen. Natürlich wird wohl fast jeder, der das Werk benutzt, das eine oder andere vermissen; einige wenige Artikel werden vielleicht auch manchem etwas zu knapp sein; doch ist demgegenüber hervorzuheben, daß das Werk trotzdem reichhaltiger ist, als man nach seinem verhältnismäßig geringen Umfange vermuten würde. Diese Reichhaltigkeit wurde natürlich nur durch bewußte Beschränkung ermöglicht. Es wäre vielleicht zu erwägen, ob es nicht zweckmäßig wäre, in der nächsten Auflage die Beschränkung auf einige Gebiete — (z. B. allgemeine Mikrotechnik) — die in gut eingeführten zahlreichen Büchern, deren eines wohl in jedem Laboratorium vorhanden sein wird, behandelt werden, auszudehnen und dafür die Darstellung einiger Gebiete, die diesmal etwas zu kurz gekommen sind (z. B. Tierhaltung) zu erweitern. Vielleicht wird es dann auch möglich sein, das kleine „Wörterbuch“ von Fachausdrücken, in dem jetzt nur die deutschen Termini alphabetisch geordnet (und ins Englische, Französische und Italienische übersetzt) sind, dem Bedürfnis des deutschen Lesers nutzbar zu machen, indem man es auch nach englischen, französischen und italienischen Stichworten ordnet.

KARL BÉLAŘ, Berlin-Dahlem.