

Werk

Titel: Die Naturwissenschaften

Ort: Berlin

Jahr: 1917

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0005|log462

Kontakt/Contact

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

✉ info@digizeitschriften.de

0

Die Naturwissenschaften

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

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

Herausgegeben von

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

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 38.

21. September 1917.

Fünfter Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Elastizität der Erde. Von *Prof. Dr. W. Schweydar, Potsdam.* S. 593.

Besprechungen:

Grobben, Karl, Lehrbuch der Zoologie. Von *S. Becher, Rostock.* S. 600.

Tschudi, Friedrich von, Biographien und Tierzeichnungen aus dem Tierleben der Alpenwelt. Von *F. Paz, Breslau.* S. 603.

Molisch, Hans, Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. Von *E. Küster, Bonn.* S. 603.

Schwegg, Hans, Unsere Giftpilze und ihre essbaren Doppelgänger unter Einbeziehung der häufigeren ungenießbaren Arten. Von *F. Duysen, Berlin.* S. 604.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die Grundlagen unserer Ernährung

unter besonderer Berücksichtigung der Jetztzeit

von

Emil Abderhalden,

o. ö. Professor der Physiologie an der Universität zu Halle a. S.

Mit 2 Textfiguren.

Preis M. 2.80.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Kgl. Bibliothek 22 IX. 17.

IX 11

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Die Reichsaufsicht

Untersuchungen zum Staatsrecht des Deutschen Reiches

Von

Dr. Heinrich Triepel

o. ö. Professor der Rechte an der Universität Berlin

Preis M. 24,—; in Halbfranz gebunden M. 29,60

Aus dem Vorwort.

Der ungeheure Krieg, der fünf Erdteile in Brand gesetzt hat, wird ohne Zweifel, wie die äußeren Machtverhältnisse der beteiligten Großstaaten, so ihre innere Verfassung auf tiefste beeinflussen. Auch das deutsche Staatswesen wird nach dem Kriege ein anderes Antlitz zeigen als vorher. Noch vermögen wir seine Züge nicht klar zu erkennen. Allein wir sind uns bewußt, daß wir schon heute inmitten einer lebhaften verfassungsrechtlichen Bewegung stehen, deren Tragweite auch für die Beziehungen zwischen dem Reiche und den Einzelstaaten vielleicht bedeutender sein wird, als die meisten ahnen. In zwei großen Kriegen ist die Verfassung des deutschen Bundesstaats geboren worden; der dritte und größte wird für ihre Entwicklung entscheidend sein.

Wenn nicht alle Zeichen trügen, werden die einheitsstaatlichen Elemente unserer Reichsverfassung durch den Krieg und seine Folgen verstärkt und vertieft werden. Die Aufsichtsgewalt des Reichs wird daraus Nutzen ziehen. Die treuen Anhänger des nationalen Einheitsgedankens müssen das begrüßen. Gleichwohl erfüllen uns die Geschehnisse der Gegenwart mit Sorge für die Zukunft. Wir sehen, wie man mit nervöser Hast nach Früchten greift, die noch der Reife harren, und wie man an dem Baume zerrt, an dem sie gewachsen sind. Jeder Staat wird durch die Kräfte erhalten, die ihn geschaffen haben. Das Deutsche Reich aber ist durch Preußen gegründet worden; es muß mit Preußen stehen und fallen. Die Stärkung der Reichsgewalt durch eine Schwächung des preußischen Staates herbeiführen zu wollen, heißt ein gefährliches Spiel treiben. Vor einem Jahrzehnt hat der Verfasser darauf hingewiesen, daß der deutsche Unitarismus in demselben Augenblicke verhängnisvoll werden müsse, in dem er sich in eine Angriffsstellung gegen Preußen hineindrängen lasse. Er glaubt, in diesen Tagen allen Anlaß zu haben, den Satz zu wiederholen und zu unterstreichen.

Lange und schwer hat Deutschland um seine staatliche Einheit ringen müssen. Die Form, die ihr vor einem halben Jahrhundert gegeben wurde, war unvollkommen und harpte von der ersten Stunde an der Ausgestaltung. Um diese hat sich die bedächtige, aber stetige Arbeit von zwei Generationen erfolgreich gemüht. Möge ein baldiger glücklicher Friede dem deutschen Volke verstatten, den Ausbau in besonnener Ruhe fortzusetzen! Möge die zu erwartende Erweiterung der Rechte des Reichs und damit die Verstärkung seiner Aufsichtsgewalt durch Mittel erfolgen, die nicht gewaltsam mit den Überlieferungen unserer Vergangenheit brechen, sondern behutsam an sie anknüpfen! Wenn das geschieht, wird auch dies Buch nicht ganz umsonst geschrieben sein.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Fünfter Jahrgang.

21. September 1917.

Heft 38.

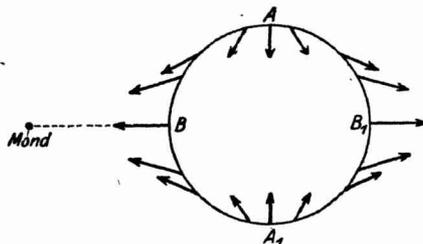
Über die Elastizität der Erde.

Von Prof. Dr. W. Schweydar, Potsdam.

Der allgemeine physikalische Zustand des Innern der Erde kann auf die Weise exakt erforscht werden, daß man festzustellen versucht, wie sich die Erde als Ganzes nach außen verhält, d. h. wie sie die Körper an verschiedenen Stellen ihrer Oberfläche anzieht, wie sie den Lauf des Mondes beeinflußt und wie gegebene kosmische und innere Kräfte die Oberflächenteile gegeneinander bewegen und die Lage der Drehachse verändern. Diese Kräfte bilden gewissermaßen die Versuchskräfte des Geophysikers. Unter ihnen nimmt die Flutkraft des Mondes eine hervorragende Stellung ein.

1. Definition der Flutkraft.

Die Erde als Ganzes betrachtet hat infolge der Anziehungskraft des Mondes das Bestreben, gegen den Mond hin sich zu bewegen, d. h. jeder ihrer Teile erhält gegen den Mond hin eine gleich große und gleich gerichtete Beschleunigung, die der Beschleunigung im Erdschwerpunkt gleich ist. Von der hier herrschenden sogenannten mittleren Anziehung ist jedoch die unmittelbare Anziehung verschieden, die der Mond auf irgendeinen anderen Erdpunkt ausübt. Die Differenz beider Kräfte erteilt dem Erdpunkt eine Beschleunigung relativ zur Erde und erscheint uns daher als eine selbständige Kraft, die wir Flutkraft nennen. Um ihre Größe und Richtung an irgend einem Erdpunkt zu finden, haben wir in ihm die mittlere Anziehung von der unmittelbaren abzuziehen. Wir erhalten auf diese Weise die folgende¹⁾ Figur,



Die Flutkraft des Mondes.

in der die Pfeile die Richtung und Größe der Kraft andeuten. Die Flutkraft hat eine vertikale und horizontale Komponente und ist im Vergleich zur Schwerkraft der Erde sehr klein. Bezeichnet g die Beschleunigung

der letzteren, so beträgt die maximale horizontale Komponente rund $\frac{g}{12 \text{ Millionen}}$; sie kehrt etwa alle 6 Stunden ihre Richtung um.

2. Einfluß der Flutkraft auf die feste und flüssige Erde.

Das Wasser der Meere vermag der horizontalen Komponente keinen Widerstand zu bieten und kommt ins Fließen, so daß die Erscheinung der Ebbe und Flut entsteht. Lord Kelvin hat zuerst die Frage aufgeworfen, ob auch die feste Erde dieser kleinen Kraft nachgibt, und ob der Betrag zu messen ist. Es ist klar, daß durch eine derartige Messung entschieden werden kann, ob sich das Erdinnere bei Beanspruchung durch Kräfte von der Periode der Gezeitenkraft wie ein starrer oder wie ein flüssiger Körper verhält. Lord Kelvin stellte folgende Überlegung an: Ist das Innere der Erde eine feurige Flüssigkeit, wie die Geologen glaubten, so würde es bedeutenden Fluten unterworfen sein; die dünne Erdrinde müßte dem inneren Gezeitendruck völlig nachgeben, und ihre Oberfläche würde wie die einer Flüssigkeit an der Flutbewegung teilnehmen. Die Gezeiten des Ozeans, die wir an den Küsten beobachten, bestehen in einer relativen Bewegung des Wassers zum Lande. Würde also die Oberfläche der Erdrinde Ebbe und Flut wie eine Flüssigkeit haben, so würden wir kein Steigen und Fallen des Meeresspiegels relativ zur Küste wahrnehmen. Kelvin schloß aus dem tatsächlichen Vorhandensein der Meeresgezeiten, daß das Erdinnere fest ist oder sehr unvollkommen den Gezeitenkräften nachgibt. Bei dieser Schlußfolgerung ist freilich vorausgesetzt, daß die Flutbewegung des Meeres und des flüssigen Erdinnern nach

der statischen Theorie

erfolgt, die mit Rücksicht auf das Verständnis der späteren Ausführungen kurz skizziert sei: Die Flutkraft gibt der Flüssigkeit das Streben, von dem größten Kreis der Erde, auf dem alle die Orte liegen, für die der Mond gerade auf- oder untergeht (in der obigen Zeichnung steht dieser Kreis senkrecht auf der Papierebene und geht durch A und A_1 hindurch), weg nach B und B_1 zu fließen, wo der Mond gerade im Zenit bzw. im Nadir steht. Sehen wir von der Rotation der Erde und von der Mondbewegung ab oder setzen wir beide als sehr langsam voraus, so wird das Fließen der Flüssigkeit so lange dauern, bis die Wirkung der Flutkraft gleich ist dem Streben der Schwere, die Flüssigkeit in ihre alte Lage zurückzuführen. Ist dies erreicht, so ist die Ober-

¹⁾ G. H. Darwin, Ebbe und Flut. Leipzig 1902.

fläche im neuen Gleichgewicht und hat die Figur eines Umdrehungselipsoides angenommen, dessen große Achse nach dem Mond gerichtet ist; das Niveau ist in den Punkten B und B_1 erhöht, in A und A_1 erniedrigt. Die statische oder Gleichgewichtstheorie der Gezeiten nimmt nun an, daß das Wasser der Meere hinreichend Zeit hat, die Gleichgewichtsform anzunehmen, bevor der Mond seine Stellung am Himmel merklich geändert hat. Dieser Theorie steht gegenüber die

dynamische Gezeitentheorie,

die die Trägheit des Wassers berücksichtigt und zeigt, daß die Gezeitenbewegung der relativ flachen Meere der Erde von dem statischen Ergebnis völlig abweicht, d. h. daß bei der tatsächlichen Drehgeschwindigkeit der Erde die Gleichgewichtsform niemals erreicht werden kann. Sie erklärt die Tatsache, daß an bestimmten Stellen Hochwasser eintritt, wo die Gleichgewichtstheorie Niedrigwasser fordert (Umkehrung der Gezeiten). Erst wenn die Tiefe der Meere 22 000 m überschritten, würde überall Hoch- bzw. Niedrigwasser eintreten, wo die Flutkraft solches herzustellen sucht.

Statische Deformation der Hauptmasse der Erde.

Wir betrachten jetzt eine kugelförmige Masse von planetarischer Größe, die völlig aus Flüssigkeit oder aus elastisch-festem Material besteht. Denken wir uns auf diese Kugel ein Kraftsystem, das über die Oberfläche ebenso verteilt ist, wie die Flutkraft, momentan wie einen großen Impuls wirken, so wird die Masse in sogenannte freie Schwingungen versetzt derart, daß sie abwechselnd die Gestalt eines abgeplatteten und verlängerten Umdrehungselipsoides, durch die Kugelform als Ruhelage hindurchgehend, annimmt (sphäroidale Schwingungen vom Gezeitentypus). Man kann berechnen, daß die Periode dieser Schwingungen bei einer Kugel von der Größe und Dichte der Erde etwa 1½ Stunden, wenn sie ganz aus Flüssigkeit bestände, und 55 Minuten betragen würde, wenn sie die Widerstandskraft des Stahles gegen Formänderungen hätte. Da nun die Flutkräfte eine Periode von 12 und 24 Stunden haben, so würde die Erde, wenn ihre Hauptmasse flüssig oder fest elastisch wäre, bei der Gezeitendeformation hinreichend Zeit finden, die Gleichgewichtsform anzunehmen, d. h. die Gezeiten eines flüssigen oder fest elastischen Erdinnern würden statisch sein. Da dies bei den flachen Meeren der Erde nicht der Fall ist, so würden wir demnach unter Umständen sogar eine vergrößerte Ebbe und Flut der Ozeane beobachten, wenn das Erdinnere flüssig wäre.

Zerlegung der Flutkraft.

Die Größe und Richtung der Flutkraft an einem Orte der Erde hängt von der Stellung des Mondes am Himmelsgewölbe ab. Diese ändert sich wegen der Drehung der Erde um ihre Achse und des Laufs des Mondes in seiner Bahn, deren Lage

ebenfalls Veränderungen unterworfen ist, so daß die Flutkraft einen sehr komplizierten zeitlichen Verlauf haben muß. Der Mathematiker bringt dadurch Klarheit in dieses verwickelte Bild, daß er die Flutkraft durch eine Summe von gleichzeitig wirkenden Partialkräften darstellt, von denen jede eine einfache harmonische Funktion der Zeit (d. h. ein Sinus oder Cosinus eines mit der Zeit sich proportional ändernden Winkels) ist. Zur strengen Darstellung der Flutkraft gehört freilich eine unendlich große Zahl solcher Einzelkräfte; da aber ihre Beträge eine Reihe mit sehr rasch abnehmenden Gliedern bilden, so genügt eine kleine Anzahl, um eine in der Praxis und in der Theorie genügende Annäherung an die Wahrheit zu erlangen, wodurch die Berechnung der Flutkraft sehr vereinfacht wird. Jede Einzelkraft bedingt auf dem Meere eine einfache Flutwelle von der Periode der Kraft, die sich alle zu einer komplizierten Wellenbewegung zusammensetzen. Man kann umgekehrt aus dem tatsächlichen Verlauf der Gezeiten, wie ihn die Aufzeichnungen eines registrierenden Pegels ergeben, nach den Vorschriften der harmonischen Analyse die Höhe der Partialfluten, die bestimmten Partialflutkräften entsprechen, ableiten. Ist die feste Erde elastisch oder ihr Inneres flüssig, so wird auch sie (im ersteren Fall nur ein wenig) der Flutkraft nachgeben, und zwar wird jeder Partialflut des Meeres eine periodische Deformation (elastische Partialflut) von derselben Periode entsprechen.

3. Bestimmung der Elastizität aus den Gezeiten des Meeres.

Der Gedanke liegt nahe, die Höhe der Partialfluten des Meeres unter der einfachen Annahme, daß die Erde völlig starr ist, zu berechnen und das theoretische Ergebnis mit den aus den Registrierungen der Pegel abgeleiteten Höhen zu vergleichen. Der Unterschied zwischen der tatsächlichen und der theoretischen Höhe wird einen Rückschluß auf die Anteilnahme der festen Erde an der Flutbewegung und den Grad ihrer Elastizität gestatten.

Die Partialkräfte weisen bezüglich ihrer Perioden drei Typen auf; die Perioden des ersten Typus betragen sehr nahe 12 Stunden, die des zweiten sehr nahe 24 Stunden und die des dritten etwa 14 und 28 Tage. Bestände die Flutkraft nur aus den letzteren, so würden die Gezeiten des Meeres in kleinen Schwankungen des Wasserstandes von 14 und 28 Tagen (in mittleren Breiten würden die Niveaudifferenzen 12 bzw. 6 cm betragen) bestehen.

Für die Beurteilung der Elastizität der Erde können die bedeutend größeren Meeresfluten, die auf die Kräfte des ersten und zweiten Typus zurückzuführen sind, leider nicht verwendet werden. Wegen ihrer kurzen Periode müßte die Berechnung ihrer Höhe nach dynamischen Gesichtspunkten durchgeführt werden, wo-

bei die notwendige Berücksichtigung der Gestalt und wechselnden Tiefe der Meere zu vorläufig noch unüberwindlichen Schwierigkeiten führen würde.

Lord Kelvin schlug vor, die 14-tägige Flut heranzuziehen, in der freilich auch nicht ganz sicheren Annahme, daß diese Partialflut wegen der längeren Periode ihre Gleichgewichtshöhe erreicht und somit leicht für eine völlig starre Erde theoretisch berechnet werden kann. Die Pegelaufzeichnungen werden im Vergleich zu dieser theoretischen Höhe desto geringere Werte ergeben, je größer die entsprechende elastische Flut der Erdrinde und des Erdinnern ist, da die elastischen Gezeiten nach den obigen Bemerkungen mit großer Annäherung statisch aufzufassen sind. Das Verhältnis der tatsächlichen Höhe zur Gleichgewichtshöhe wird ein Maß der Elastizität der Erde sein und ein Mittel geben, die Konstante der Gestaltelastizität oder Starrheit (Widerstand gegen Formänderung) zu finden.

Unter der sehr ungenauen Voraussetzung, daß die Erde homogen ist, berechnete Lord Kelvin in seiner berühmten Abhandlung über die Starrheit der Erde, daß die Meeresfluten nur $\frac{2}{3}$ ihrer Gleichgewichtshöhe betragen würden, wenn die Erde eine Kugel aus Stahl wäre, und $\frac{2}{5}$, wenn sie die Starrheit des Glases hätte.

Der Wert der Elastizität nach den Meereszeiten.

G. H. Darwin¹⁾ hat den Lord Kelvinschen Gedanken praktisch durchgeführt und aus den Wasserstandsmessungen in 33 Häfen die Höhen der 14-tägigen und monatlichen Mondflut abgeleitet. Er fand, daß sie nur etwa $\frac{2}{3}$ ihrer Gleichgewichtshöhen betragen, und schloß hieraus entsprechend der Kelvinschen Theorie, daß die Erde die Starrheit des Stahles besitzt. Trotz mancherlei Bedenken, die Darwin später selbst geäußert hat, war das Resultat von höchster Bedeutung für die Geophysik; es zeigt, daß die Erde bei Beanspruchung durch Gezeitenkräfte sich wie ein fester, mit geringer Gestaltelastizität ausgestatteter Körper verhält. Das Innere der Erde hat demnach nicht die Eigenschaften, die Flüssigkeiten charakteristisch sind.

Mit Hilfe eines bedeutend umfangreicheren Beobachtungsmaterials, das 194 Jahre umfaßte und auf 47 Häfen verteilt war, hat Schweydar²⁾ für den Verkleinerungsfaktor der 14-tägigen Mondflut 0,626 und für den der monatlichen Flut 0,605 gefunden. Aus diesem Ergebnis hat er, indem er die Kelvinsche Theorie durch Berücksichtigung der Dichtezunahme im Erdinnern erweiterte, für die Konstante der Starrheit der Erde $6,1 \times 10^{11}$ Dynen oder 6200 in

technischen Einheiten (mm, kg), also einen etwas kleineren Wert als Stahl (etwa 8×10^{11} Dynen) hat, berechnet.

Anwendung der Elastizitätstheorie.

Dieser Ableitung liegt wie bei Lord Kelvin und den neueren Rechnungen, über die unten berichtet ist, die Annahme zugrunde, daß die Erde einen unendlich großen Widerstand gegen Volumenänderungen besitzt, d. h., daß sie inkompressibel ist. Die Zuhilfenahme der mathematischen Elastizitätstheorie setzt voraus, daß die Anfangsspannung des Körpers klein ist und das Hookesche Gesetz von der Proportionalität der Verzerrung und Spannung gilt. Ein Körper, der unter der gegenseitigen Gravitation seiner Teile im Gleichgewicht ist, befindet sich in einem Zustand der Spannung; diese kann ungeheuer groß sein, wenn der Körper groß ist. Ein solcher Körper ist die Erde; sie muß daher bei der Berechnung ihrer Deformation durch Flutkräfte als im Zustand so hoher Anfangsspannung angesehen werden, daß das Gesetz der Superposition der Spannungen nicht ohne weiteres gilt. Die Annahme liegt nahe, daß sich die Erde trotzdem wie ein elastischer Körper verhält, jedoch mit größerer Starrheit als im gravitationslosen Zustand. Lord Rayleigh schlug vor, die mathematische Rechnung so durchzuführen, daß man zwei Spannungssysteme in der Erde annimmt, einen hydrostatischen Druck, der der Gravitation im ungestörten Zustand das Gleichgewicht hält, und eine kleine Zusatzspannung, die durch die kleine Gezeiten- deformation hervorgerufen wird. Die Zusatzspannung ist dann durch die Verzerrung, gemessen vom gespannten Gleichgewichtszustand aus, nach der gewöhnlichen Elastizitätstheorie zu bestimmen. Die Rechnung gestattet die Berücksichtigung der Inhomogenität und auch eine Variation der Starrheit im Erdinnern, wenn man die Erde als inkompressibel annimmt, wodurch kein großer Fehler in der Bestimmung der Starrheitskonstante begangen wird, wie Love³⁾ gezeigt hat. Die Berücksichtigung der Zunahme der Dichte in der Erde ist aber bei weitem wichtiger für die Beurteilung der Starrheit als die der Kompressibilität.

Die Kelvinsche Methode der Bestimmung der Elastizität der Erde ist unsicher, weil es nicht erwiesen ist, ob die benutzten Partialfluten des Meeres statisch sind.

4. Bestimmung der Elastizität aus der Lotbewegung.

Eine andere Methode ist folgende. Wie schon erwähnt, sind die elastischen Fluten der Erde statisch aufzufassen; die feste Erde wird in jedem Augenblick zu einem Umdrehungsellipsoid deformiert, dessen große Achse nach dem Monde gerichtet ist. Die horizontale Komponente der Flutkraft

¹⁾ In *Treatise on Natural Philosophy* von Thomson und Tait, 2. Aufl.

²⁾ W. Schweydar, Ein Beitrag zur Bestimmung des Starrheitskoeffizienten der Erde. Gerlands Beiträge zur Geophysik IX (1907).

³⁾ A. E. H. Love, *Some problems of geodynamics*. Cambridge 1911.

beträgt im Maximum $\frac{1}{11,7 \text{ Mill.}}$ der Schwerkraft. Um denselben Bruchteil der Länge des Aufhängefadens wird die Kugel eines Lotes innerhalb der Dauer der halben Periode der Flutkraft aus ihrer Ruhelage abgelenkt, und zwar wird sie in jedem Augenblick in der Richtung auf den Punkt hingezogen, in dem der Mond im Zenit bzw. im Nadir steht.

Wie die Flutkraft einen komplizierten zeitlichen Verlauf hat, so wird die Lotkugel eine überaus komplizierte Bahn beschreiben, deren Form und Größe mit dem Beobachtungsort wechselt. Ähnlich wie bei den Gezeiten des Meeres kann man diese verwinkelte Kurve zusammensetzen aus vielen — streng genommen unendlich vielen — einfachen Schwingungen des Lotes, deren Perioden sich nach den oben erwähnten drei Typen der Partialkräfte gruppieren und deren Amplituden eine Reihe mit sehr rasch abnehmenden Gliedern bilden. Jede Schwingung hat die Form der Ellipse und ist durch die ihrer Periode entsprechende Partialflutkraft hervorgerufen zu denken.

Bei völliger Starrheit der Erde müßte die Pendelbewegung relativ zu einer mit der Erde fest verbundenen Marke genau die Größe haben, die sich aus der Flutkraft berechnet. Abgesehen von diesem direkten Einfluß der Kraft zeigt das Pendel aber auch dann einen Ausschlag gegen die feste Marke, wenn die Normale der Erdoberfläche infolge einer Deformation der Erde ihre Richtung ändert, d. h. wenn das Pendelgestell sich neigt. Diese scheinbare Bewegung des Pendels ist der unter dem direkten Einfluß der Flutkraft entgegen gerichtet, so daß die Pendelbewegung auf der elastischen Erde kleiner sein muß als auf der absolut starren Erde. Die Oberfläche der nachgiebigen Erde hat das Bestreben, sich senkrecht zu der neuen (gestörten) Richtung der Schwere einzustellen, was wegen der geringen Elastizität zwar unvollkommen gelingen kann, aber die Pendelbewegung verkleinert. Würde die Erde der Kraft wie eine Flüssigkeit vollkommen nachgeben können, d. h., würde die Normale ihrer Oberfläche stets mit der Richtung der Schwere zusammenfallen, so würden wir an dem Pendel überhaupt keine Bewegung wahrnehmen können.

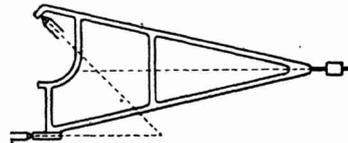
Ist A_B die gemessene Amplitude der Schwingung unter dem Einfluß einer bestimmten Partialflutkraft, die auf der absolut starren Erde die Amplitude A_T erzeugen würde, so ist $\alpha = \frac{A_B}{A_T}$ ein Maß der Elastizität der Erde. Ist die Erde flüssig, so ist $\alpha = 0$, während α den Wert 1 erreicht, wenn die Erde vollkommen starr ist.

Messung der Lotbewegung.

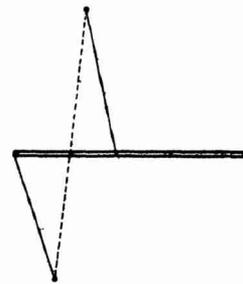
Die Verwendung gewöhnlicher Pendel für diese Messungen hat keine Aussicht auf Erfolg; die Spitze eines z. B. 10 Meter langen Pendels würde schon bei absoluter Starrheit der Erde

in der Zeit von etwa 6 Stunden die sehr kleine Verschiebung von rund 0,001 mm erfahren. Im Winkelmaß beträgt die maximale ganze Amplitude der ganzen Lotschwingung 0,0034, die der halbtägigen Hauptschwingung für unsere Breiten in Ost-West 0,0021 und in Nord-Süd 0,0016.

E. von Rebeur-Paschwitz glückte zuerst die Messung der Lotbewegung mit einem Horizontalpendel. Bei diesem, von Hengler beschriebenen und durch Zöllner bekannt gewordenen Instrument ist die Drehachse nahezu vertikal gestellt, so daß der Pendelkörper wie ein Türflügel in einer gegen die Horizontale wenig geneigten Ebene schwingt. Zum näheren Verständnis denke man sich bei einer Tür den Flügel durch ein leichtes, etwa 80 g wiegendes Metallstück von Dreiecks- oder T-Form und die Angeln durch feine Stahlspitzen ersetzt, auf denen das Metallstück mittels Achatlagern ruht. Die Spitzen sind an kleinen Zylindern angeschliffen, deren Achsen sich unterhalb des Schwerpunkts des Metallstücks schneiden, wodurch eine gleichmäßige Belastung der Spitzen erzielt wird. In neuerer Zeit verwendet man statt dieser von Rebeurschen Form die Zöllnersche Einrichtung, bei der ein leichtes Rohr von etwa 25 cm Länge durch zwei sehr dünne Drähte nahezu horizontal gehalten wird, die an dem Rohr angreifend oberhalb und unterhalb des Rohres an einem festen Gestell befestigt sind. Die Verbindungslinie der Befestigungspunkte ist die Drehachse.



von Rebeursche Aufhängung auf Spitzen.



Zöllnersche Aufhängung auf Drähten.

Der Apparat ist außerordentlich empfindlich gegen Neigungsänderungen seiner Achse. Hat diese z. B. eine Neigung von 2' gegen die Vertikale, so wird sich das Pendel um 17" drehen, wenn sich die Achse um 0,01 senkrecht zu der Vertikalebene, die die Ruhelage des Pendels enthält, neigt. Diese Winkel-drehung wird durch photographische Registrierung noch bedeutend vergrößert. Man bringt an

dem Pendelkörper einen kleinen Spiegel an, der mittels einer Linse das Bild eines beleuchteten Spaltes auf einer z. B. $3\frac{1}{2}$ Meter entfernten Walze entwirft, um die Bromsilberpapier gespannt ist. Bei jeder Drehung des Pendels verschiebt sich das Bild auf der Walze, die durch ein Uhrwerk gedreht wird, und zeichnet durch Schwärzung der Bromsilberschicht seinen Weg an. Bei dem soeben angeführten Beispiel wird sich das Spaltbild um etwa 0,5 mm verschoben, so daß diese verhältnismäßig einfache Einrichtung ein Vertikalpendel von 10 000 Meter Länge ersetzt. Freilich ist es wegen mannigfacher Fehlerquellen nicht immer möglich, den Apparat so empfindlich zu gestalten. Das Geodätische Institut in Potsdam besitzt einen Apparat mit zwei senkrecht zueinander orientierten Horizontalpendeln Zöllnerscher Konstruktion, der in einem Bergwerk in Freiberg i. S. in 189 Meter Tiefe aufgestellt ist. Bei dieser guten von Störungen nahezu freien Aufstellung konnte Verfasser die Empfindlichkeit so weit steigern, daß bei 3 Meter Registrierabstand einer Neigungsänderung der Drehachse von 0,01 eine Verschiebung des Spaltbildes auf der Walze von 1 mm entspricht und der Einfluß der Flutkraft auf das Pendel mit bloßem Auge auf dem Registrierbogen zu erkennen ist.

Aus den registrierten Kurven der Bewegung zweier senkrecht zu einander stehender Horizontalpendel können ähnlich wie bei den Wasserstandsmessungen die Partialschwingungen des Lotes, die den Partialflutkräften entsprechen, abgeleitet werden. Diese Analyse erstreckte sich bis in die neueste Zeit hinein bezüglich des Mondeinflusses nur auf die nahezu halbtägige Hauptschwingung, die alle übrigen Partialschwingungen an Größe überragt und bei der Art der Aufstellung der Apparate allein Aussicht auf genauere Bestimmung hatte.

Der Wert der Elastizität nach der Lotbewegung.

Mit Hilfe dieser Ergebnisse hat Schweydar unter den obigen Gesichtspunkten und unter Berücksichtigung der Dichtezunahme im Erdinnern die Konstante der Starrheit der Erde abgeleitet und übereinstimmend mit dem aus den Meeresfluten folgenden Wert $8,3 \times 10^{14}$ Dynen gefunden.

Hierbei ist eine Schwierigkeit zu erwähnen. Nach den obigen Ausführungen zeigt uns das Pendel die Neigungsänderungen der deformierten Erdoberfläche relativ zu der sich gleichzeitig ändernden Richtung der Schwere. Diese ändert sich aber nicht nur wegen des direkten Einflusses der Flutkraft, sondern sekundär auch deshalb, weil die Erde eine neue Gestalt angenommen hat. Man müßte also die Größe der Deformation schon kennen, wenn man die Beobachtungen von den Schwankungen der Schwererichtung befreien wollte, um auf die Bewegung der festen Erde zu schließen. Man muß daher theoretisch eine Beziehung zwischen

der Gestaltsänderung und der sekundären Störung der Schwere aufstellen, wozu Voraussetzungen über die Art der Dichte- und Elastizitätsverteilung in der Erde erforderlich sind. Diese Schwierigkeit besteht auch bei der Kelvin'schen Methode, da die sekundäre Störung der Schwererichtung infolge der Deformation der festen Erde die Gleichgewichtshöhe der Fluten des Meeres beeinflußt. Das Pendel allein vermag also nicht die Größe der elastischen Fluten direkt ohne gewisse theoretische Voraussetzungen zu messen.

Messung der Höhe der elastischen Gezeiten.

Das ist möglich¹⁾, wenn man einen Apparat zu Hilfe nimmt, der die sehr kleinen Änderungen der Intensität der Schwerkraft mißt, welche die vertikale Komponente der Flutkraft zur Folge hat. Für eine absolut starre Erde beträgt die maximale Variation der Schwere 0,000 164 cm oder $1,7 \times 10^{-7}$ der Schwere selbst; die sekundäre Störung der Schwerkraft infolge der elastischen Deformation vergrößert diesen Betrag ein wenig. Derartige Messungen werden sich auf absolute Änderungen beziehen und die relativen Angaben eines Pendels ergänzen. Das von A. von Schmidt²⁾ im Prinzip angegebene Trifilargravimeter kann bei sehr genau konstanter Temperatur empfindlich genug gestaltet werden, um die Schwereänderungen zu registrieren. Schweydar hat mit einem derartigen Instrument, dem er die bifilare Form gab, in einem 25 m tief gelegenen Beobachtungsraum der Observatorien in Potsdam, in dem die tägliche Temperaturschwankung verschwindet und die jährliche nur etwa $0,2^\circ$ beträgt, Messungen ausgeführt und im Anschluß an die Pendelbeobachtungen gefunden, daß die maximale Hubhöhe der halbtägigen elastischen Mondflut der festen Erde etwa 32 cm (für Potsdam 12 cm) beträgt.

Differenz der Deformation in Nord-Süd und Ost-West.

Noch eine besondere Erscheinung ist zu erwähnen. Alle Beobachtungsstationen haben ergeben, daß bei der nahezu halbtägigen Hauptschwingung des Lotes unter dem Einfluß der Flutkraft des Mondes das oben definierte Verhältnis α , das als ein Maß der Elastizität bezeichnet wurde, nach der nord-südlichen Schwingungsweite kleiner ist als nach der ost-westlichen. Man glaubte anfänglich hieraus schließen zu können, daß die Erde in der nord-südlichen Richtung nachgiebiger ist als in der ost-westlichen. Es hat sich jedoch gezeigt³⁾, daß diese Erscheinung auf die Deformation der Erde durch

¹⁾ W. Schweydar, Beobachtung der Änderung der Intensität der Schwerkraft durch den Mond. Sitzber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. 1914.

²⁾ A. von Schmidt, Das Trifilargravimeter. Gerlands Beiträge zur Geophysik, IV., 1898.

³⁾ W. Schweydar, Theorie der Deformation der Erde durch Flutkräfte. Veröffentl. d. Kgl. Preuß. Geodät. Inst. N. F. Nr. 66, 1916.

den periodischen Druck der entsprechenden Partialflut des Meeres zurückzuführen ist.

5. Bestimmung der Elastizität aus der Bewegung der Rotationsachse.

Die Bewegung der Rotationsachse der starren Erde.

Zur Bestimmung der Elastizität der Erde führt noch ein dritter Weg. Die Erde ist im wesentlichen mit einem symmetrischen, in seinem Schwerpunkt unterstützten Kreisel zu vergleichen, dessen Drehachse nicht genau mit seiner Figuren-achse zusammenfällt. Wenn bei einem Kreisel zu irgendeiner Zeit die Drehachse die Lage der Figuren-achse verläßt, so wird sie ständig, von Reibungskräften abgesehen, im Kreiselkörper mit konstanter Geschwindigkeit einen Kreiskegel um die Figuren-achse beschreiben. Eine solche Bewegung wird *freie Nutation* genannt, weil ihre Form und die Zeit, in der der Kreiskegel einmal durchlaufen wird, von äußeren Kräften unabhängig ist. Die Umlaufzeit heißt Eulersche Periode. Die Anziehung von Sonne und Mond auf die ellipsoidisch gestaltete Erde bewirkt, daß die Rotationsachse der Erde im Raume ihre Lage langsam ändert (um 50" pro Jahr) und sich innerhalb von etwa 26 000 Jahren einmal um die Senkrechte auf der Ekliptik, mit der sie nahezu konstant den Winkel von 23½° bildet, ganz herumdreht. Über diese, *astronomische Präzession* genannte Bewegung lagert sich eine kurze Schwankung von der Form einer Ellipse, deren Achsen rund 9" bzw. 7" betragen und die in 18½ Jahren durchlaufen wird. Diese Bewegung wird als *astronomische oder erzwingene Nutation* der Drehachse bezeichnet, weil sie von den Anziehungskräften herrührt und die Periode dieser Kräfte annehmen muß. Infolge der Kombination beider Bewegungen beschreiben die Himmelspole eine Schlangenlinie. Aus den Konstanten der Präzession und Nutation, die durch astronomische Messungen sehr genau festgestellt sind, ergibt sich, daß die Periode der freien Nutation der Drehachse der Erde, falls diese überhaupt vorhanden ist, 303,3 mittlere Sonnentage betragen wird, wenn die Erde absolut starr ist (Eulersche Periode).

Bestimmung der freien Nutation.

Nur Beobachtungen können darüber entscheiden, ob die freie Nutation auftritt. Wenn ihr zufolge die Rotationsachse ihre Lage im Erdkörper verändert, so werden die geographischen Breiten, die mit großer Genauigkeit gemessen werden können, Schwankungen um einen Mittelwert von der Periode der freien Nutation unterworfen sein; denn die geographische Breite ist das Komplement des Winkels zwischen der Rotationsachse und der Lotlinie am Beobachtungsort. Letztere kann praktisch als unveränderlich angesehen werden, da ihre Bewegungen durch die Flutkräfte zu klein sind, um bei astronomischen Messungen in Frage zu kommen. Sehr um-

fangreiche und äußerst präzise astronomische Beobachtungen, unter denen die Arbeiten der Internationalen Erdmessung (ausgeführt durch das Zentralbureau in Potsdam) eine hervorragende Stellung einnehmen, haben tatsächlich in den geographischen Breiten einer Reihe, nach einem bestimmten Plan ausgesuchter Orte periodische Änderungen nachgewiesen. Die nähere Untersuchung ergab, daß die Rotationspole außer mehr oder weniger unregelmäßigen Bewegungen, die hauptsächlich auf die periodische Verschiebung von Luftmassen zurückzuführen sind, kleine Kreise beschreiben, deren Halbmesser etwa 6 m betragen. Die Pole durchlaufen den Kreis aber nicht in der Zeit von 303,3, sondern in 432,8 mittleren Sonnentagen. Man nennt diese Periode nach ihrem Entdecker, dem Astronomen *Chandler*, die *Chandlersche Periode*. Durch die Untersuchungen von *Wanach*¹⁾ ist der angeführte Wert dieser Periode auf etwa 1/8 % sicher.

Die Bewegung der Rotationsachse der elastischen Erde.

Diese Verlängerung der Eulerschen Periode rührt von der Elastizität der Erde her. Wenn sich die Erdachse verlagert, so wird an einem beliebigen Ort die Größe und Richtung der Zentrifugalkraft geändert; die Differenz zwischen der alten und neuen Kraft kann als eine deformierende Kraft aufgefaßt werden, die eine ähnliche Verteilung auf der Erdoberfläche hat, wie die Flutkraft des Mondes. Unter ihrem Einfluß wird auf den Ozeanen, die der Kraft leicht nachgeben, eine kleine Flut — Polflut genannt — von etwa 8 mm Höhe und 432,8 Tagen Periode hervorgerufen; sie wird ohne Zweifel wegen der Länge der Periode ihre Gleichgewichtshöhe erreichen.

Aber auch die feste Erde kann vermöge ihrer Elastizität der kleinen deformierenden Kraft nachgeben; sie hat das Bestreben, ihre Massen symmetrisch zu der neuen Lage der Drehachse anzuordnen und die Figuren-achse mit der Rotationsachse zusammenfallen zu lassen. Dies gelingt wegen der geringen Elastizität nur unvollkommen, und die Figuren-achse wird sich nur ein wenig in der Richtung auf die Rotationsachse zu verlagern. Um diese neue Lage der Figuren-achse macht die Drehachse mit der Geschwindigkeit, die der Eulerschen Periode entspricht, eine Drehung; ihre neue Verlagerung hat wieder eine Verlagerung der Figuren-achse zur Folge in der Richtung auf die Rotationsachse usw.; die Figuren-achse wie die Rotationsachse beschreiben um die ursprüngliche Lage der ersteren Kreise, deren Radien im Verhältnis von etwa 3 : 10 stehen¹⁾. Die Zeit des Umlaufs der Rotationsachse ist aber größer als bei unveränderlicher Figuren-achse, d. h. bei absolut starrer Erde. Die Bewegung der Rotationsachse im Raume, die astronomische

¹⁾ B. Wanach, Resultate des Internationalen Breitendienstes Bd. V, 1916.

Präzession und Nutation, wird durch die Elastizität der Erde ganz unbedeutend wenig beeinflusst¹⁾.

Der Wert der Elastizität nach der freien Nutation.

Aus dem Verhältnis der Chandlerschen zur Eulerschen Periode berechnete Herglotz²⁾ unter Berücksichtigung der Dichtezunahme im Erdinnern die Starrheitskonstante zu $11,7 \times 10^{11}$ Dynen; er fand also einen gegen die oben angeführten Ergebnisse völlig abweichenden Wert. Diesen Widerspruch konnte Schweydar dadurch beseitigen, daß er einer 1500 km dicken Gesteinsrinde die Starrheitskonstante $0,9 \times 10^{11}$ und einem Metallkern von 4500 km Radius die Starrheitskonstante 20×10^{11} zuschrieb; er fand jedoch, daß die Unstimmigkeit auf den Druck und die Anziehungskraft der bei den Meereszeiten gehobenen und gesenkten Wassermassen zurückzuführen ist³⁾.

6. Einfluß der Meereszeiten auf die feste Erde.

Die Analyse der Beobachtungen an Horizontalpendeln bezog sich, wie erwähnt, nur auf die nahezu halbtägige Hauptschwingung, die durch die größte Partialflutkraft des Mondes hervorgerufen wird. Die ihr entsprechende Partialflut des Meeres ist nach der dynamischen Theorie über große Gebiete der Ozeane umgekehrt, d. h. es tritt Niedrig- bzw. Hochwasser ein, wo die Kraft Hoch- bzw. Niedrigwasser herzustellen sucht. Da nun die elastischen Gezeiten im wesentlichen den statischen Gesetzen folgen, so wird der periodische Gezeiten- druck des Meeres die Deformation der festen Erde vergrößern; das Wasser fließt gerade ab, wenn das Land steigt. Wir beobachten demnach im Vergleich zu der Flutkraft zu große elastische Fluten und berechnen eine zu kleine Starrheitskonstante, d. h. eine zu große Elastizität.

Das Ergebnis aus der Chandlerschen Periode der Polbewegung ist ebenfalls durch die Polflut des Meeres verfälscht. Letztere trägt zu der Verlängerung der Periode der Polbewegung bei, und wir müssen auch hier zu einer zu kleinen Starrheitskonstante kommen, wenn wir ohne Rücksicht auf die Polflut die ganze Differenz zwischen der Eulerschen und Chandlerschen Periode der Deformation der festen Erde allein zuschreiben.

7. Bestimmung der Elastizität mit Rücksicht auf die Meereszeiten.

Führt man unter diesem Gesichtspunkt die Rechnung durch, so ergibt sich $16,4 \times 10^{11}$ Dynen für die Starrheitskonstante. Wegen der großen Mängel, die der dynamischen Theorie des Meeres

¹⁾ W. Schweydar, Die Bewegung der Drehachse der elastischen Erde im Erdkörper und im Raume. Astron. Nachr. 203, 1916.

²⁾ G. Herglotz, Über die Elastizität der Erde bei Berücksichtigung ihrer variablen Dichte. Zeitschr. f. Mathem. u. Physik Bd. 52.

³⁾ W. Schweydar, Untersuchungen über die Gezeiten der festen Erde und die hypothetische Magmaschicht. Veröff. d. Kgl. Preuß. Geodät. Inst. N. F. Nr. 54, 1912.

noch anhaften, läßt sich das Ergebnis aus der Hauptschwingung des Lots nach den Beobachtungen an Horizontalpendeln nicht einwandfrei korrigieren. Eine rohe Überschlagsrechnung läßt auch hier auf den Wert $12 - 18 \times 10^{11}$ Dynen schließen.

Aus diesem Grunde ist die halbtägige Hauptschwingung des Lotes für die genauere Beurteilung der Elastizität ungeeignet. Besser ist es, die Schwingungen zu verwenden, die von den beiden größten der Partialflutkräfte des zweiten Typus herrühren, weil die entsprechenden Partialwellen in den Gezeiten des Meeres klein sind; letztere würden bei einem die Erde mit gleichmäßiger Tiefe bedeckenden Meere überhaupt nicht auftreten können. Die genauere Ableitung der Lotschwingungen von diesem Typus hat aber nur Aussicht auf Erfolg bei einer besonders guten Aufstellung der Horizontalpendel, wie bei der in dem erwähnten Bergwerk in Freiberg i. Sa. Aus diesen Partialschwingungen folgt die Konstante der Gestaltelastizität zu $19,8 \times 10^{11}$.

Beide Methoden führen demnach zu dem nahezu übereinstimmenden Ergebnis, daß die Starrheit der Erde als Ganzes etwa $\frac{2}{3}$ mal so groß ist als die des Stahles.

Die zuerst genannte Lord Kelvinsche Methode kommt nicht in Betracht, da die benutzten Meeresfluten die Gleichgewichtshöhe nicht erreichen.

8. Die Variation der Elastizität im Innern der Erde.

Bei den obigen Ableitungen ist vorausgesetzt, daß die Starrheit überall in der Erde denselben Wert hat; das Ergebnis ist zu definieren als der Grad der Elastizität, der der Erde als Ganzes zugeschrieben werden muß, um die elastischen Gezeiten und die Verlängerung der Periode der Polbewegung darzustellen. In der unten¹⁾ angeführten Arbeit wird allgemeiner angenommen, daß die Dichte und Elastizität in der Erde von Schicht zu Schicht gesetzmäßig veränderlich ist, und die Theorie der Deformation der Erde durch die Flutkraft und der Verlängerung der Periode der Polbewegung unter Voraussetzung der Inkompressibilität und unter Berücksichtigung der Bewegung des Meeres gegeben. Der Vergleich mit den Beobachtungen führt zu dem mit den Folgerungen aus der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwellen übereinstimmenden Ergebnis, daß die Starrheit in der Erde mit der Annäherung an das Erdzentrum wächst, und zwar schneller als die Dichte. Die Starrheit der oberflächlichen Teile wird zu $2,6 \times 10^{11}$, die der zentralen Teile zu etwa 30×10^{11} Dynen gefunden.

9. Die Elastizität nach den Erdbebenwellen.

Die Erdbebenwellen, die in einem Herde aus-

¹⁾ W. Schweydar, Theorie der Deformation der Erde durch Flutkräfte. Veröffentl. d. Kgl. Preuß. Geodät. Inst. N. F. Nr. 66, 1916.

gelöst werden, sind elastische Schwingungen der Erde. In den Wellenzügen, die noch auf sehr große, viele Tausende Kilometer zählende Entfernungen die empfindlichen Seismographen bewegen, interessieren hauptsächlich zwei Typen, die als longitudinale und transversale Schwingungen angesprochen werden müssen. Sie gelangen über große Tiefen auf gekrümmten Bahnen vom Herd nach der Station. Ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit hängt von der Elastizität und der Dichte der Erdschichten ab, die sie durchheilen, und wird die Zeit bestimmen, die eine bestimmte Welle braucht, um vom Herd nach einer gegebenen Beobachtungsstation zu kommen. Diese „Laufzeiten“ für eine große Anzahl von Orten der Erdoberfläche geben uns ein Mittel, auf das Verhältnis der Elastizität zur Dichte bis zu großen Tiefen hinab zu schließen. An der Erdoberfläche ergibt sich für die Konstante der Starrheit ein Wert, der sehr nahe mit dem oben angeführten übereinstimmt. In größeren Tiefen deuten die Erdbebenwellen aber auf größere Werte der Starrheit hin, als aus den elastischen Gezeiten und der Polbewegung folgt, woraus man schließen muß, daß das Erdinnere deformierenden Kräften von sehr kurzer Periode einen größeren elastischen Widerstand entgegensetzt als den langsamer wirkenden Gezeitenkräften.

Zusammenfassung.

Aus den elastischen Gezeiten der Erde wie aus der Bewegung ihrer Rotationsachse im Erdkörper ergibt sich, daß sich die Erde wie eine gleich große Kugel verhält, deren Starrheit etwa $2\frac{1}{2}$ -mal so groß als die des Stahles ist. An der Oberfläche hat die Konstante der Starrheit den bedeutend geringeren Wert von etwa 3×10^{11} Dynen und nimmt mit der Tiefe schneller zu als die Dichte des Erdmaterials, um in den zentralen Teilen den Wert von etwa 30×10^{11} zu erreichen. Bei sehr raschen Deformationen, wie sie bei den elastischen Schwingungen der Erdbebenwellen auftreten, verhält sie sich mit noch größerer Starrheit. Die Gestaltelastizität scheint also wie bei einem pechartigen Körper von der Periode der deformierenden Kräfte abzuhängen.

Besprechungen.

Grobben, Karl, Lehrbuch der Zoologie, begründet von C. Claus. 3. umgearb. Auflage (9. des Lehrbuches von C. Claus). Marburg i. H., Elwert's Verlag, 1917. XVI, 1087 S. und 1029 Abbild. Preis geh. M. 20,—, geb. M. 22,50.

Unter den gebräuchlichen Lehrbüchern in deutscher Sprache ist das von (Claus-)Grobben das umfangreichste. Wir finden es daher weniger in der Hand derjenigen Studierenden (wie z. B. der jungen Mediziner), für die Zoologie nur Hilfswissenschaft ist, während angehende Zoologen und Studenten der Biologie ihm wegen seiner Ausführlichkeit vielfach den Vorzug geben. Einsicht in die Probleme der allge-

meinen Zoologie und klares Verständnis der Hauptorganisationstypen ist das, was beim Studium der Zoologie zuerst nützt; in einem kurz gefaßten Lehrbuch bleibt neben diesen beiden Aufgaben kaum noch Raum, der spezielle Teil muß sich daher vielfach mit der Entwicklung jener Organisationstypen begnügen, ohne auf die Systematik näher eingehen zu können. Dabei geht allerdings etwas Wesentliches verloren: der rechte Eindruck von der ganzen Vielartigkeit tierischer Formen und der Reichhaltigkeit des Tierreichs. Diese Reichhaltigkeit läßt sich natürlich niemals in ein Lehrbuch fassen; immerhin ist in dem Grobbenschen Werk die Systematik erheblich weiter ausgebaut als in den übrigen einbändigen Lehrbüchern. Der Vorteil dieser Ausführlichkeit ist keineswegs ein rein quantitativer, liegt sogar mehr in der vertieften Erkenntnis der morphologischen Zusammenhänge, die die breitere Basis ermöglicht. In der Tat dürfte ein gut Teil der wertvollen Sonderart des vorliegenden Buches in seiner besonders gründlichen, modern morphologisch-phylogenetischen Durcharbeitung liegen.

Schon in der vorletzten Auflage war Grobben nicht nur neueren systematischen Gesichtspunkten gefolgt, sondern hatte gewagt, mit der Darstellung seines Lehrbuches in die Systematik großen Stils durch Bildung neuer Kategorien einzugreifen.

Innerhalb der Protozoen waren mit *Hatschek* die Flagellaten, Rhizopoden und Sporozoen als „Cytomorpha“ den „Cytoidea“ (Ciliaten) gegenübergestellt, im Reich der Metazoen die Ray-Lankestersche Einteilung in Cölenterata und Cölomata mitgemacht. Grobben glaubt auch unter den zu letzteren rechnenden Tierkreisen noch zwei große Verwandtschaftsgruppen unterscheiden zu können, nämlich Protostomier und Deuterostomier. Die erste Gruppe deckt sich im Umfang mit dem schon von *Hatschek* erkannten großen Verwandtschaftsstamm der niederen Würmer, Gliederwürmer, Arthropoden, Mollusken und Molluskoiden, doch legt Grobben besonderen Nachdruck darauf, daß bei all diesen Formen der Urmund der Gastrula zum definitiven Mund wird oder ihm wenigstens entspricht, während bei den Deuterostomiern der definitive Mund eine Neubildung ist, der Urmund aber den After bildet oder seine Stelle bezeichnet. Deuterostomier sind die Echinodermen und Enteropneusten, die Grobben mit anderen als Ambulacralia zusammenfaßt, ferner die Chätognathen, für die die den Ambulacralia koordinierte Kategorie der Homalopterygia von Grobben geschaffen wird, und endlich die Chordonia mit Tunicaten, Acraniern und Vertebraten. Diese systematischen Grundzüge werden im wesentlichsten in der neuen Auflage beibehalten. Die Coelomaten werden nun auch Bilateria genannt; Referent würde diese Bezeichnung sogar vorziehen, weil es immerhin etwas mißlich ist, die parenchymatösen Würmer als Coelomate zu bezeichnen, selbst wenn die Beziehung ihrer Organhöhlen zu dem Cölom nicht in Zweifel gezogen wird. Der Name Bilateria bringt allerdings nicht zum Ausdruck, daß der wesentlichste Unterschied gegenüber den Coelenteraten im Auftreten von Hohlräumen (Organhöhlen, Schizocoel oder endlich echtes Coelom) im Mesoderm besteht, so daß vielleicht ein neuer Ausdruck: Mesocoelia am geeignetsten wäre. Die Zusammenfassung von Enteropneusten und Echinodermen ist beibehalten, der von *Metschnikoff* herrührende Name Ambulacralia jedoch aufgegeben; er beruhte auf einem Vergleich der Eichel der Enteropneusten mit einem Ambulacralfüßchen, der nach der Erkenntnis, daß das Eichelcoelom gar nicht dem eigentlichen Ambulacral-

coelom, dem Hydrocoel, sondern dem Axocoel entspricht, nur noch in einem sehr vagen Sinne zutrifft. Der neue, von Heider erfundene Name *Coelomopora* erscheint auch dem Referenten besser, obwohl Coelomporen auch sonst bei Coelomaten auftreten, so daß er die gemeinsame Bezeichnung Hydrocoelia vorschlagen möchte, die sich auf den Besitz eines Hydrocoels, d. h. eines nach außen geöffneten und durch Wasser schwellbaren Coelomabschnitts stützen würde.

Durch die Anordnung der Gruppen *Coelomopora*, *Homalopterygia*, *Chordonia* erscheinen die Enteropneusten (die neben den Eichelwürmern [Helminthomorphen] auch die Pterobranchier umfassen) sehr weit getrennt von den Chordoniern, zu denen sie doch durch ihre Vorderdarmkiemen, das dorsale Nervensystem und vielleicht auch durch den Kopfdarm (Eicheldarm, Chorda) Beziehungen aufweisen. Reichen diese Beziehungen auch durchaus nicht hin, um die Enteropneusten in die Chordonier einzureihen (wie von einigen Systematikern versucht wurde), so würde es Referent doch praktisch erscheinen, die Chaetognathen als erste Gruppe der Deuterostomie zu behandeln.

Von weiteren systematischen Änderungen mag erwähnt werden, daß die Orthonectiden und Rhombozoen, jene eigenartigen zweischichtigen Organismen, in denen man eine Zeitlang Übergangsformen vom Protozoenreich zu den Metazoen erkennen zu können glaubte („Mesozoen“), die jedoch durch ihre parasitische Lebensweise modifiziert sein werden und ein Coelenteron vielleicht sekundär verloren haben könnten, in der neuen Auflage als erster Stamm der Coelenteraten behandelt werden, gleichwertig neben Schwämmen, Cnidariern und Ctenophoren. In der vorigen Auflage waren sie als Klasse der Cnidarier aufgeführt, die Beziehung zu der Planularlarve bleibt aber aufrecht erhalten und ist auch in der Bezeichnung *Planuloidea* zum Ausdruck gebracht. Ferner wäre zu erwähnen, daß die Trilobiten als selbständige Gruppe der Branchiaten den Crustaceen koordiniert wurden, und daß an Stelle des nur für die Brachiopoden zutreffenden Namens „Molluskoidea“ die Bezeichnung „Tentakulata“ gewählt wird, die für die übrigen Angehörigen der Gruppe (nämlich Phoronis und die Bryozoen [mit Ausschluß der zu den Scoleciden gehörigen entoprokten Bryozoen]) besser zutrifft. Auch im einzelnen hat die Systematik mancherlei Änderungen erfahren; so wurde beispielsweise die Zusammenfassung der straußartigen Vögel (*Struthiomorphae*) wegen des wahrscheinlich phylogenetisch selbständigen Ursprungs der afrikanischen (*Struthion*), amerikanischen (*Rhea*) und australischen (*Casarius*, *Dromaeus*) Strauße aufgegeben. Ferner wurde, um noch zwei Beispiele herauszugreifen, die Systematik der Tethyodea (*Ascidien*) erneut durchgearbeitet, *Octacnemus* nicht mehr den Salpen, sondern den *Ascidien* beigegeben, der kiemenspaltenlose *Hexacrobrylus*, der früher als Repräsentant einer besonderen Ordnung geführt wurde, in die Familie der *Molguliden* (Ordnung *Stolidobranchiaten*) eingeordnet. In der Einteilung der Crinoïden wurden die beiden Batherschen Gruppen der *Monocyclica* und *Dicyclica* angenommen.

Auch im allgemeinen Teil bezeugen kleine Änderungen oder Zusätze die intensive Überarbeitung der neuen Auflage. Unter den allgemeinen Eigenschaften der Organismen wird die bestimmte Form hervorgehoben, in dem Abschnitt über Stoffwechsel finden wir neue Bemerkungen über die Rolle der Enzyme,

über den Abbau der Nahrungsmittel bis zu gewissen Stufen vor dem Neuaufbau und über Gewebsverdauung. In den Bemerkungen über Reizbarkeit ist die Galvanotaxis etwas mehr bedacht. In der ausgezeichneten Darstellung der Deszendenztheorie ist ein kleiner Abschnitt eingefügt, in dem ausgeführt wird, daß im Gegensatz zu der systematischen Einheit der Art und des Genus, die monophyletisch sein sollen, ein „Formtypus“, z. B. der *Medusen*, auch polyphyletischen Ursprung haben kann. In dem deszendenztheoretisch-paläontologischen Abschnitt ist die Schilderung der Phylogenie des Pferdefußes geändert, die Ausführungen über geographische Verbreitung haben durch Abschnitte über Höhlenfauna und Glazialrelikte sowie durch einen Hinweis auf den litoralen Ursprung der Planktonfauna Erweiterung erfahren, andererseits Kürzung durch Streichung der Notiz über *Liopelma hochstetteri*, den einzigen Batrachier Neuseelands. Weiterhin mögen erwähnt werden: ein neuer Hinweis darauf, daß auf Grund der Mendelschen Vererbungsgesetze, die die große Selbständigkeit einzelner Merkmale dartun, auch eine Singularvariation nicht durch Kreuzung unterzugehen braucht, sondern sich ausbreiten, erhalten und durch Selektion zur Herrschaft gebracht werden kann. Pluralvariationen stehen natürlich noch günstiger; *Grobben* betont, daß es von besonderem Belang sei, daß innerhalb eines Artkreises gleiche Ursachen naturgemäß gleichsinnige Variationen veranlassen werden. Neu ist ferner ein Hinweis auf die Abhängigkeit der Mutationen von der Lebenslage, die Erwähnung des Dollo'schen Gesetzes der Irreversibilität, nach welchem die phylogenetische Entwicklung niemals — auch nicht bei rückschrittlichem Verlauf — zu den Formen von Vorfahren zurückführt. Über das Aussterben der Arten ist ein neues Kapitel geschaffen, in dem ausgeführt wird, daß neben unmittelbarer Verdrängung im Kampf ums Dasein, die bei einmal eingeschränkter Individuenzahl durch die platzgreifende Inzucht unterstützt wird, noch innere Ursachen herangezogen werden müssen. Dahin gehört wahrscheinlich die heruntergesetzte Variabilität, die sich bei hochgradig spezialisierten Formen bemerkbar macht, deren Variabilität und Weiterentwicklung dann nur noch in einer einmal eingeschlagenen Richtung erfolgen kann, was zuweilen notwendig zum Untergange führen muß.

In der allgemeinen Grundformenlehre finden wir einen neuen Hinweis darauf, daß schon bei den ciliaten Protozoen asymmetrische Körperform auftritt, sowie die Bemerkung, daß die disymmetrische Grundform der *Hexactinaria* als tertiär zu bezeichnen ist, indem diese Tiere ursprünglich radiär, dann bilateralsymmetrisch und zum Schluß erst disymmetrisch werden. In der Histologie ist die Bemerkung über Rückbildungsfähigkeit nicht mehr auf alle Zellen ausgedehnt; bei Besprechung der elektrischen Organe wird darauf hingewiesen, daß deren mächtige Leistung als Steigerung der in geringem Maßstabe auch in Muskel, Nerv und Drüse beobachteten Elektrizitätsproduktion aufzufassen ist. Die früher positiv gehaltene Bemerkung über das Farbensehen der Wassertiere ist in der neuen Auflage unbestimmt gelassen; auf Ultravioletttempfindlichkeit wird hingewiesen. Im Kapitel über Atmung hat ein Abschnitt über die Anoxybiose der Cestoden, Trematoden und Nematoden Platz gefunden, die in sauerstofffreiem Medium zu leben vermögen, und über intramolekulare Atmung durch Spaltung von Reservestoffen, bei der Sauerstoff frei wird. Ferner ist neu eine Bemerkung über die biologische Bedeutung

der Leuchtorgane und ein Hinweis auf das Vorkommen von Dissogonie in der Gattung *Nereis*, ferner ein Abschnitt, in dem erwähnt wird, daß bei Geschlechtsdimorphismus meist das Weibchen, zuweilen aber auch das Männchen konservativer; von der Gestalt der Stamm- und Jugendform weniger abweichend gestaltet ist. In dem Kapitel über Ei- und Samenbildung ist der Begriff des Synapsisstadiums sowie der „haploiden“ und „diploiden“ Chromosomenzahl eingeführt, ebenso bei Besprechung der Befruchtung die Bezeichnungen „Chromosomengarnituren“ oder „sortimente“, wogegen die in der letzten Auflage noch stehende „Zentrenquadrille“ von *Fol* endlich beseitigt ist. Zu den nennenswertesten Erweiterungen der neuen Auflage gehören die Ausführungen über die X-Chromosomen, überhaupt über die Verschiedenheit der Chromosomensortimente bei Samen und Eizelle, über Geschlechtsbestimmung und über den Zusammenhang der Chromosomenlehre und der Mendelschen Vererbungsgesetze, deren Schilderung durch Einführung der Begriffe „homozygot“, „heterozygot“, durch Erwähnung eines Falles ohne volle Dominanz (blaue Andalusierhühner); durch Besprechung der Verhältnisse bei Dihybriden und Betonung der individuellen Selbständigkeit und Unmischbarkeit der Gene bereichert worden ist.

Das Kapitel über Entwicklung hat einen neuen einleitenden Abschnitt über Präformation und Epigenese erhalten, ferner finden sich neue Bemerkungen über das Auftreten superficieller Furchung bei Anthozoen und über die superficielle Furchung mancher Krebse; die vorübergehend das Bild einer Keimscheibe ergibt, weiterhin über die einer Höhle entbehrenden Furchungskugeln der Siphonophoren, Octactinarien und vieler Hydroiden. Erheblich ausführlicher sind in der neuen Auflage — als Basis für die systematischen Kategorien der Protostomia und Deuterostomia — die Ausführungen über den Verschluß des Urmundes und seine Beziehungen zu definitivem Mund und After. Auch die Schilderung der Bewältigung des zuweilen massenhaften Dotters durch den Keim ist erweitert. Bei Besprechung der Mesodermbildung wird auf den Unterschied von Ectomesoderm und Entomesoderm Wert gelegt; dazu findet die Theorie von *Hatschek* und *K. C. Schneider* Erwähnung, nach der auch das aus Urmesodermzellen hervorgehende Mesoderm als ectodermal zu betrachten wäre und in scharfem Gegensatz stände zu dem entodermalen, durch Faltenbildung entstehenden Mesoderm, was systematisch verwertet werden soll. Gegenüber der in der vorigen Auflage beibehaltenen Ableitung der Keimzellen vom mittleren Keimblatt wird jetzt die Sonderstellung und die sehr frühe Differenzierung der Keimzellen betont, ihre Lagebeziehung zu dem einen oder anderen Keimblatt nicht mehr als Beweis ihres Ursprungs gedeutet. Endlich ist neu die Besprechung der Polyembryonie der parasitischen Hymenopteren und einiger Gürteltiere; im Abschnitt über die Gemmulaebildung der Süßwasserschwämme hat nunmehr auch die Tatsache Erwähnung gefunden, daß ähnliche Fortpflanzungskörper auch bei einigen marinen Formen auftreten.

Auch die Illustrierung der neuen Auflage ist vielfach bereichert. Neu bzw. durch bessere ersetzt sind z. B. eine Figur der ersten Furchungsteilung des *Ascaris*-eies (nach *Boveri*), über die Vielkernbildung vor der Gametenbildung bei *Aulacantha*, einer Radiolarie (nach *Borgert*), ein Bild von retikulärem Bindegewebe und eines vom chondroiden Bindegewebe des Flußkrebsees, eine neue Figur eines Muskelprimitivbündels von *Argulus* (Original), eine neue Figur von markhaltigen

Nervenfasern sowie von einer Ganglienzelle mit Neurofibrillennetz vom Blutegel (nach *Apathy*). Weiter wären zu nennen eine Originalfigur einer Sinnesknospe der Salamanderlarve, eine gute eigene Abbildung des Osphradiums (von *Pterotrachea*), eine Figur eines Chordotonalorgans, eine Ersatzfigur eines inversen Spinnenauges, eine gute schematische Figur einer Fächertrachee einer Spinne und eine schematische Originalfigur vom Blutkreislauf eines Anneliden. Sehr hübsch sind eine Abbildung, die ein Paar Lymphherzen einer Salamanderlarve darstellt (nach *Hoyer* und *Udziała*) und eine Figur eines Speichernierenbläschens von *Ascidia*. Weiter folgen eine neue Figur vom Befruchtungsvorgang des Seeigeleies und die lehrreiche Abbildung der beiden Chromosomengarnituren von Männchen und Weibchen bei *Anasa tristis* nach *Wilson*. Im Abschnitt über Entwicklung finden wir ein neues Schnittbild durch einen etwas älteren Embryo eines Flußkrebsees, eine Schnittfigur einer Keimscheibe des Skorpions nach *Brauer* und eine Darstellung eines Furchungsstadiums von *Moina* mit frühzeitig gesonderter Genitalzelle. Eine neue Figur zeigt uns ein Infusor in serialer Längsteilung, eine andere einen guten Längsschnitt durch *Hydra* mit Geschlechtsorganen und knospendem Tochterindividuum, zum Kapitel Generationswechsel ist eine Figur eines Hydrozoenstüchchens mit knospenden Medusen neu hinzugefügt.

Im speziellen Teil wurde bei den Protozoen die Figur von *Trichomonas* durch eine bessere ersetzt, im Abschnitt über Coelenteraten findet sich eine neue Figur von *Pennatula*. Die Illustration der Teile über niedere und höhere Würmer ist bereichert durch eine Abbildung einer jungen *Ancylostomal*larve. Die Larven können bekanntlich durch die menschliche Haut in den Blutstrom und schließlich in den Darm gelangen, wo sie herangewachsen die gefürchtete, in Ägypten und Italien verbreitete ägyptische Chlorose oder Grubenkrankheit erzeugen, die, durch Arbeiter verschleppt, bei großen Tunnelbauten in den Alpen eine große Rolle gespielt hat. Ferner finden wir eine neue Figur von *Chätogaster* und vom Blutegel sowie eine sehr zu begründende Originalfigur des Egels *Cystobranchus* mit seinen eigenartigen, nach außen vorspringenden Blutlakunensäcken. Bei den Trilobiten eine gute Ersatzfigur von *Triarthrus*, die die Spaltfüße schön zeigt. Bei den Spinnen hat die ältere Skorpionfigur einer vortrefflichen neuen Platz gemacht, dazugekommen ist noch eine Abbildung des netzartigen Skorpionovariums und eine Figur der Spinnndrüsen von *Epeira* sowie eine Ersatzfigur, die das Blutgefäßsystem zur Darstellung bringt. Ein neues Habitusbild eines Pantopoden. Die frühere Figur absonderlicher *Platygaster*larven ist durch eine neue Abbildung endoparasitischer Hymenopterenlarven ersetzt. Weiterhin finden sich an neuen Illustrationen zur Gruppe der Insekten: eine Abbildung einer Holzlaus (*Psocidae*), ein Libellenbild (*Gomphus*), eine Figur eines „Blattflohes“ (*Psylla*). Von Weichtieren hat *Grobben* in der neuen Auflage das Schneckenhaus von *Pleurotomaria* mit dem Schalenschlitz (nach *Schmalz*) abbilden lassen, ferner *Entoconcha mirabilis*, eine jener überaus merkwürdigen, in Holothurien schwarotzenden, wurmförmigen Schnecken; eine Originalfigur stellt die Anatomie von *Nucula* dar, die Figur des Tintenfisch-Nervensystems ist ersetzt, desgleichen ein Bild von Niere und Kreislauforganen von *Sepia*. Bei den Bryozoen ist die *Srupocellaria*figur ersetzt, bei den Brachiopoden ein gutes Schema des Körperbaues geliefert; bei den Pterobranchiern eine anatomische Figur von *Cephalo-*

discus und ein Habitusbild von Rhabdopleura gegeben. Bei den Echinodermen erläutert eine neue Figur der bilateralsymmetrischen Larve die Verhältnisse der Leibeshöhle mit ihren drei Blasenpaaren, außerdem ist der Seestern *Calcita* abgebildet. In der Gruppe der Tunicaten ist eine Appendicularienfigur ersetzt, beim Amphioxus ein Schema des Blutgefäßsystems hinzugekommen. Im allgemeinen Kapitel über die Wirbeltiere ist ein Schema des Wirbeltiergehirns nach *Bütschlis* Figur aus dessen vergleichender Anatomie übernommen. An Stelle einer älteren ist eine gute Originalfigur von *Myxine* getreten. Neu ist fernerhin ein Bild des geöffneten Schädels des Karpfens mit den Weberischen Knöchelchen, die jene merkwürdige Verbindung der Schwimmblase mit dem Gehör- bzw. statischen Organ herstellen. *Amiatus calvus* (Ganoiden) ist in einer schönen Originalfigur dargestellt. Das frühere Bild des unpaaren Scheitelorgans der Saurier ist durch ein neues Schema der Parietalorgane ersetzt. Bei den Vögeln findet sich eine Figur der Wasserralle, bei den Säugetieren ein Bild des Beutelwolves, eine Abbildung des Kopfes von *Manis* (Schuppentier), eine bessere Ersatzfigur eines Gürteltieres und eines Klippschliefer. Endlich sind einige Skelettfiguren von *Phenacodus*, jener den fleischfressenden Creodonten noch nahestehenden primitiven Huftiergattung, die den Ursprung der großen Gruppe der Huftiere verdeutlichen, durch bessere ersetzt.

Alle Figuren des Grobbschen Buches stellen Holzschnitte oder Zink-Strichätzungen dar, Tonätzungen, vor allem die sonst auch bei Lehrbuchfiguren neuerdings vorzugsweise oder fast ausschließlich verwendete Autotypie scheint gar nicht angewendet, obwohl sie imstande ist, einen plastischeren, lebensvolleren Eindruck zu vermitteln. Der Autor scheint umgekehrt die Strichfiguren zu bevorzugen, denen allerdings oft eine etwas größere Klarheit und Bestimmtheit zuerkannt werden muß; viele der vom Wiener naturwissenschaftlichen Universitätszeichner *Kasper* ausgeführten Figuren sind auch in der Tat mustergültig. Überblickt man das über das Neue der vorliegenden Auflage Angeführte, so wird man den Eindruck einer energischen Durcharbeitung erhalten, die das Buch nicht nur auf der Höhe fortschreitender Forschung hielt, sondern bei der auch das sachlich Bleibende immer wieder die besernde Hand erfuhr. Bedenkt man die Menge des Neuen z. B. in der Illustrierung, so scheinen weitere Wünsche fast unbescheiden, und doch bleiben auch jetzt noch Lücken, so erscheint z. B. eine Abbildung der Eltern-, Tochter- und Enkelgeneration von einem konkreten Fall mendelscher Vererbung dringend erwünscht. Natürlich gibt es auch mancherlei, was Referent gern in den Text aufgenommen sähe, unter anderem z. B. eine Andeutung der Fundamentalprobleme der Entwicklungsphysiologie, über die der Student aus vorliegendem Buche gar nichts erfährt. Auch hätten moderne kritische Formen des Neolamarckismus, in denen der Gedanke vertreten wird, daß die Handlungsreaktionen des Organismus Prototyp einer Zweckmäßigkeitentstehung mancher Einrichtungen oder Reaktionen im Organismus sind, ebensogut Erwähnung verdient, wie etwa das keineswegs bedenkenfreie Roussche Prinzip des Kampfes der Teile und manches Nebensächlichere. Indessen wird jeder Universitätslehrer sich mehr oder weniger individuelle Anschauungen darüber bilden, was in ein Lehrbuch gehört oder nicht, und nichts wäre verfehler, als ein in seiner Art ausgezeichnetes Buch wegen einer etwas anderen Basis mit Kritik zu überhäufen. Referent wiederholt, daß ihm das Grobbsche

Buch für den Gebrauch der eigentlichen Zoologiestudenten besonders geeignet erscheint, weil es nicht mehr lediglich „Lehrbuch“ ist, das nichts als Examenstoff brächte, sondern eine Art „Kleines Handbuch“, das dem tiefer interessierten Praktikanten vielfach als erstes Nachschlagebuch dienen kann.

S. Becher, Rostock.

Tschudi, Friedrich von, Biographien und Tierzeichnungen aus dem Tierleben der Alpenwelt. Mit Anmerkungen versehen von Prof. Dr. F. Zschokke in Basel. Lieferung 1. Zürich, Rascher & Cie., 1917. 124 S. und 11 Federzeichnungen von Chr. Conradin. Preis M. 1,20.

64 Jahre sind verflossen, seit die erste Auflage von *Friedrich von Tschudis* „Tierleben der Alpenwelt“ erschienen ist. Der Versuch des Verfassers, „diese großartige Welt der Gebirge in den Umrissen ihres tierischen Lebens und im Zusammenhange ihrer ganzen Erscheinung aufzufassen“, hat überall begeisterte Anerkennung gefunden, und nicht mit Unrecht hat der französische Historiker *J. Michelet* dieses klassische Buch, in dem sich meisterhafte Naturbeobachtung mit einer wahrhaft künstlerischen Darstellung der Alpenwelt vereinigt, „la bible des Alpes“ genannt. Trotz der zahlreichen Auflagen, die v. *Tschudis* Werk erlebt hat, war es seit Jahren im Buchhandel vergriffen. Es wird daher auch außerhalb der schweizerischen Eidgenossenschaft freudig begrüßt werden, daß der Verlag von Rascher & Cie. sich entschlossen hat, die wichtigsten Kapitel als eine Sammlung von Tierbiographien in 4–5 Lieferungen neu herauszugeben. Die erste Lieferung behandelt die frei lebende Tierwelt der Bergregion, und zwar Honigbiene, Bachforelle, Nattern, Wasseramsel, Haselwild, Urhühner, Uhu, Schlafmäuse, Eichhörnchen und Berghasen, Dachse, Wildkatzen. Der Text v. *Tschudis* ist nahezu unverändert geblieben; abweichende Auffassungen, die durch neuere Forschungsergebnisse bedingt sind, sollen am Schlusse des ganzen Bandes durch den Herausgeber in einzelnen Anmerkungen begründet werden. Die vorliegende Lieferung enthält 11 treffliche Federzeichnungen des kürzlich verstorbenen Graubündener Malers *Chr. Conradin*.

F. Paw, Breslau.

Mollisch, Hans, Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. Für Botaniker, Gärtner, Landwirte, Forstleute und Pflanzenfreunde. Jena, G. Fischer, 1916. X, 306 S. und 127 Abbild. im Text. Preis geh. M. 10,—, geb. M. 11,20.

Die Durchsicht unserer pflanzenphysiologischen Lehr- und Handbücher hat den Verfasser gelehrt, „daß gerade das spezifisch Gärtnerische in den meisten nur ganz flüchtig berührt und so stiefmütterlich behandelt wird, als gehöre es gar nicht hierher“. Diesem Mangel unserer Lehrbuchliteratur will der Verfasser mit dem vorliegenden Werke abhelfen. Seine persönlichen Beziehungen zu dem Interessenkreise des Gärtners, seine Bemühungen, als Forscher die den Gärtner bewegenden Fragen zu fördern, und seine bekannte Darstellungskunst sichern ihm das Gelingen seiner Absicht.

Die pflanzenphysiologischen Fragen, die dem denkenden Gärtner zu schaffen machen, sind so zahlreich, daß das in erster Linie für Gärtner geschriebene Buch beinahe eine kurzgefaßte Lehre vom Leben der Pflanze überhaupt geworden ist und mit Recht sich auch ein Hilfsmittel der Botaniker, Landwirte und Pflanzenliebhaber nennt. Selbstverständlich sind die den Gärt-

ner beschäftigenden Kapitel besonders ausführlich gehalten. Die Lehre von der *Ernährung* der Pflanzen, mit der der Verfasser sein Buch beginnt, umfaßt ein Drittel des Werks; auch die Ernährungsweise der Pilze wird — mit Rücksicht auf Champignonbeet und Orchideenkultur — behandelt. Zur Erläuterung der *Atmung* genügen einige Seiten. Das Kapitel *Wachstum*, das vor allem die kausale Seite der Fragen behandelt, beschäftigt sich gleichzeitig mit den Tropismen, mit der Lehre von der Polarität, mit dem Baumschnitt, mit Ruheperiode und Treiberei und mit dem Laubfall. Ein eigener Abschnitt wird dem *Erfrieren und Gefrieren der Pflanzen* gewidmet. Sehr eingehend wird die *Fortpflanzung*, namentlich die ungeschlechtliche — einschließlich der Veredelungsverfahren — behandelt; der die geschlechtliche schildernde Abschnitt gibt namentlich über die Abhängigkeit des Blühens von äußeren Bedingungen Aufschluß. Es folgen ein Kapitel über die *Keimung*, insbesondere über die Keimungsbedingungen, und ein letzter über *Variabilität, Vererbung und Pflanzenzüchtung*.

Die Auswahl des Stoffes mit Rücksicht auf die Interessen des Leserkreises, an den sich der Verfasser wendet, stellt ohne Frage eine außerordentlich schwierige Aufgabe dar. Der Verfasser hat sie ausgezeichnet gelöst — wie es scheint, fast in allen Punkten mit gleich glücklicher Hand. Ob freilich der Verfasser sich immer mit hinreichender Ausführlichkeit über *pflanzenanatomische* Fragen äußert, so daß der Leser allenthalben den auf anatomischem Verständnis sich begründenden physiologischen Darlegungen zu folgen vermag, wage ich nicht zu entscheiden. Weiterhin wäre in Erwägung zu ziehen, ob die Vorgänge der Bestäubung und der Befruchtung nicht eine etwas eingehendere Behandlung verdienen, und ob die dem Blick des Gärtners sich aufdrängenden *pflanzenpathologischen* Erscheinungen gleichmäßig berücksichtigt worden sind. Bei künftigen Auflagen wird Verfasser doch vielleicht manches von dem, was er vorläufig fernzuhalten für wichtig hielt, noch einzuschalten vorziehen, und dafür manche ausführliche Berichte — wie die über Palmenwein oder Agaventrunck — kürzen.

Die Darstellung des Stoffes ist überall wohlgeungen, die Auswahl der großenteils neuen Figuren geschickt, wie in den zahlreichen früheren Werken desselben Autors. E. Küster, Bonn.

Schwegg, Hans, Unsere Giftpilze und ihre essbaren Doppelgänger unter Einbeziehung der häufigeren ungenießbaren Arten. München, Kultur und Natur, Dr. Frz. Jos. Völler, 1916/17. 52 S., 9 Abbildungen im Text und 32 farbige Pilzbilder nach Naturaufnahmen von Josef Hanel. Preis M. 1,80.

Der Verfasser dieses Buches hat bereits früher in demselben Verlage ein kleines Buch: „Die essbaren Pilze und deren Bedeutung für unsere Volkswirtschaft und als Nahrungsmittel“ (32 Abbildungen und 3 statistische Tafeln), Preis 1,20 M., und ein „Merkblatt für die Giftpilze mit Berücksichtigung der häufigsten ungenießbaren Arten“ (12 farbige Naturaufnahmen), Preis 0,25 M., herausgegeben.

Wer von dem Wert einer Sache durchdrungen ist, der findet gemeinlich auch die überzeugenden Worte,

um der Sache Fernstehende und selbst der Sache Abholde zu fesseln und zu bekehren.

Die Erläuterungen über die Pilze und deren Bedeutung für die Volkswirtschaft im allgemeinen und im speziellen sind in obigem Buche von dem Verfasser mit solcher Kenntnis und Gefühlswärme geschrieben, daß jeder Leser mit Vergnügen und Interesse die Bücher nicht nur lesen, sondern auch benutzen wird.

Im vorliegenden Werkchen wendet sich der Verfasser gegen die irrtümliche und leider vielfach verbreitete Meinung, daß die meisten Pilze giftig oder schädlich seien. Gerade das Gegenteil sei der Fall. Es ständen der Anzahl von ungefähr 200 Arten essbarer Pilze nur 6 Arten wirklicher Giftpilze gegenüber, durch deren Genuß wir unter allen Umständen unsere Gesundheit schädigten, und die Gefahr der Vergiftung durch Pilzgenuß träte gegenüber der Gefahr der Vergiftung durch andere Nahrungsmittel weit zurück.

Man müsse streng unterscheiden zwischen giftigen, ungenießbaren, also wertlosen, und genießbaren Pilzen. Die letzteren könnten schädlich wirken, wie die giftigen, wenn sie nicht im richtigen Zustand gesammelt, nach dem Sammeln nicht richtig aufbewahrt und nicht richtig konserviert würden.

Um den Leser in den Stand zu setzen, beim Sammeln der Pilze sowohl die giftigen Arten zu unterscheiden, als auch die ungenießbaren zu vermeiden und die guten richtig zu behandeln, gibt der Verfasser treffende Anleitungen. Er bespricht die Blätter, Röhren-, Stachel-, Strauch-, Korallen-, Staub- und Schlauchpilze, gibt genaue Erkennungszeichen an und ob und welche giftige Arten sich unter denselben befinden. Um aber den Sammler noch besonders zu unterstützen, sind auf 16 Tafeln je 2 Pilze zusammengestellt, die in ihrem Aussehen vielfach übereinstimmen, in ihrer Bewertung als Nahrungsmittel jedoch grundverschieden sind, von denen der eine giftig oder wenigstens ungenießbar, der andere dagegen ein guter Speisepilz ist.

So steht z. B. der Fliegenpilz dem Perlpilz, der Birkenreizker dem echten Reizker, der Speitäubling dem Speisetäubling gegenüber. Zu jeder Tafel sind, um die einzelnen Unterscheidungsmerkmale in bezug auf Oberhaut, Fleisch, Blätter usw. noch schärfer hervorzuheben, diese Merkmale bei den jeweilig gegenüberstehenden Pilzen im einzelnen beschrieben und ausinandergelassen.

Soweit deshalb dem Pilzunkundigen durch Wort und Bild Auskunft gegeben werden kann, ist in den Büchern alles mögliche getan.

Die Abbildungen sind kolorierte Naturaufnahmen. Es ist schwer, die Farbentöne der Pilze richtig wiederzugeben, zumal da der einzelne Pilz in seinen verschiedenen Wachstumsabschnitten sich verschieden gefärbt darstellt. Es ist aber diesem Umstande Rechnung getragen, indem vielfach die verschiedenen Stadien auf einem Bilde vereinigt sind und die Farbenwiedergabe, von Kleinigkeiten abgesehen, der Natur entspricht.

Eine große Organisation ist gegenwärtig im Deutschen Reiche im Entstehen begriffen, um die Pilzernte in diesem Jahre der Volksernährung zuzuführen. Wer sich an diesem Ernährungswerk beteiligen will, für sich und für die Allgemeinheit, dem können die oben genannten Bücher warm empfohlen werden. Er wird dieselben für sich und andere mit großem Nutzen verwenden können. F. Duysen, Berlin.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenser Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 34.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

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

Bei jährlich	6	12	24	52 maliger
				Wiederholung
	10	20	30	40 % Nachlass.

Verlagshandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 8050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse O.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik

Zur Einführung in das Verständnis der
allgemeinen Relativitätstheorie

Von

Prof. Dr. **Moritz Schlick**

Preis M. 2.40



Handbuch der Mineralchemie, herausgegeben
von C. Doelter,

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

Buchhandlung Hermann Meusser,
BERLIN W 57/9, Potsdamerstraße 75.

Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig

SAMMLUNG VIEWEG

Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik

Neueste Hefte:

- Heft 32/33. Professor Rudolf Richter: Elektrische Maschinen mit Wicklungen aus Aluminium, Zink und Eisen. Mit 51 Abbildungen. M. 6.—
„ 34. Obering. Carl Beckmann: Haus- und Geschäfts-Telephonanlagen. Mit 78 Abb. M. 3.—
„ 35. Dr. Aloys Müller: Theorie der Gezeitenkräfte. Mit 17 Abbildungen. M. 2,80
„ 36. Prof. Dr. W. Kummer: Die Wahl der Stromart für größere elektrische Bahnen. Mit 7 Abbildungen. M. 2,80.
„ 37. Dr. R. Rieke: Neuere Arbeitsmethoden der Silikatchemie. Mit 4 Abbildungen. M. 3,60.
„ 38. Prof. Dr. A. Einstein: Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie. Gemeinverständlich. Mit 3 Figuren. M. 2,80.
„ 39/40. Dr. R. Grammel: Die hydrodynamischen Grundlagen des Fluges. Mit 83 Figuren. M. 5,60.

Hermann von Helmholtz:

Zwei Vorträge über Goethe

(Goethes naturwissenschaftliche Arbeiten

Goethes Vorahnungen kommender naturwissenschaftlicher Ideen)

Feldausgabe in Taschenformat. Steif broschiert Mk. 0,80.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Die pathogenen Protozoen

und die durch sie verursachten Krankheiten

Zugleich eine Einführung in die
Allgemeine Protozoenkunde

Ein Lehrbuch für Mediziner und Zoologen

von

Prof. Dr. **Max Hartmann**

Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts
für Biologie, Berlin-Dahlem

und

Prof. Dr. **Claus Schilling**

Mitglied des Kgl. Instituts für Infektions-
krankheiten „Robert Koch“, Berlin

Mit 337 Textabbildungen. Preis M. 22.—; in Leinwand gebunden M. 24.—

Inhaltsübersicht:

I. Allgemeiner Teil.

- | | |
|---|---|
| <p>A. Allgemeine Morphologie und Physiologie.</p> <p>I. Einleitung.</p> <p>II. Die Grundsubstanz der Protozoenzelle, Protoplasma und Kern.</p> <p>A. Protoplasma.</p> <p>B. Kern und Kernteilung.</p> <p>III. Statik und Dynamik.</p> <p>A. Statik.</p> <p>B. Dynamik.</p> <p>IV. Stoffwechsel.</p> <p>A. Nahrungsaufnahme.</p> <p>B. Stoffverarbeitung.</p> <p>C. Stoffausscheidung. Defäkation, Exkretion.</p> <p>V. Formwechsel.</p> <p>A. Fortpflanzung.</p> <p>B. Befruchtung.</p> | <p>C. Entwicklung, Polymorphismus und Generationswechsel.</p> <p>D. Variabilität und Vererbung.</p> <p>B. Ökologie. Beziehungen zwischen Parasit und Wirtsorganismus, allgemeine Pathogenese.</p> <p>C. Systematische Übersicht.</p> <p>I. Sarcodina oder Rhizopoda im weiteren Sinn.</p> <p>II. Mastigophora oder Flagellata im weiteren Sinn.</p> <p>III. Amoebosporidien oder Cnidosporidien im weiteren Sinn.</p> <p>IV. Sporozoa.</p> <p>V. Infusoria.</p> <p>D. Allgemeine Technik der Protozoenuntersuchung.</p> |
|---|---|

II. Spezieller Teil.

- | | |
|---|---|
| <p>I. Die Entamoeben.</p> <p>II. Parasitische und pathogene Flagellaten. Protomonadinen.</p> <p>III. Die pathogenen Binucleaten und die durch sie verursachten Krankheiten.</p> <p>A. Allgemeine Morphologie und Entwicklung der Binucleaten.</p> <p>B. Die pathogenen Trypanosomen und die Trypanosen.</p> <p>C. Schizotrypanum cruzi (Chagas); Chagassche Krankheit.</p> <p>D. Die Leishmanien und Leishmaniosen.</p> <p>E. Die Piroplasmen und Piroplasmosen.</p> <p>F. Die Plasmodien; Malaria.</p> | <p>IV. Spirochäten, Spirochätosen.</p> <p>A. Allgemeines.</p> <p>B. Spirosomen und Spirosomen.</p> <p>C. Treponema.</p> <p>V. Pathogene Myxosporidien.</p> <p>VI. Pathogene Microsporidien.</p> <p>VII. Pathogene Haplosporidien.</p> <p>VIII. Sarcosporidien.</p> <p>IX. Die pathogenen Coccidien.</p> <p>X. Pathogene Infusoria Ciliata.</p> <p>Literatur.</p> <p>Autorenregister.</p> <p>Sachregister.</p> |
|---|---|

Zu beziehen durch jede Buchhandlung