

Besprechungen.

Franz Lotze: *Stratigraphie und Tektonik des Keltiberischen Grundgebirges (Spanien)*. Beiträge zur Geologie der westlichen Mediterrangebiete, herausgegeben im Auftrage der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Von H. Stille. Nr. 3. Abhandl. der Ges. der Wiss. zu Göttingen, math.-nat. Kl. N. F., Bd. XIV/2. Mit 17 Tafeln und 44 Textfiguren, 320 Seiten. Berlin: Weidmannsche Buchhandlung, 1929.

Die Arbeit behandelt eingehend eine Region, die bisher weniger bekannt war, doch von großem Interesse ist. Die Keltiberischen Ketten stellen jenen Gebirgszug dar, der westlich vom Ebrobecken liegt, der selbst wieder westlich vom Duero- und Tajo-Tertiärbecken begrenzt wird. Dieser Gebirgszug gliedert sich in die östlichen und westlichen iberischen und in die hesperischen Ketten. Die ersteren liegen auf der Ebroseite, die letzteren auf der Seite des Tajobeckens.

Paläozoikum und Mesozoikum bauen diese Ketten, die theoretisch bedeutungsvoll sind. So wurden diese „Montes universales“ auch als alpine Ketten angesprochen; doch die Tektonik zeigt typische germanotype Ausbildung. Es ist also junge Vorlandtektonik hier zu Hause. Anders steht es mit dem variszischen Bau, der seine Hauptphase nach Unterkarbon und vor Stephanium hat, also sudetisch-asturisch ist. Auch ist Deckenbau nachzuweisen. Er zeigt Bewegung gegen Nordosten. Das gilt besonders für die iberischen Ketten. Im Nordostende des Guadarramagebirges ist Bewegung gegen W und SW zu erkennen; doch ist diese Bewegungsrichtung nicht lokal. Sie entspricht vielmehr der allgemeinen Orogentektonik. So zeigen die alten Gebirge eine deutliche Scheitelung, längs welcher, den Ebro entlang, Bewegung gegen O und NO besteht. Von der Mündung des Duero bis zu den Quellen des Guadalquivir herrscht dagegen Bewegung gegen West und Südwesten. Diese Zone gehört also einem Südstamme zu, jene einem Nordstamme. Stille hat erstere als Gondwaniden, letztere als Rhoniden bezeichnet. So kämen allgemeine große Baupläne zutage, alte Fragen und Probleme werden einer Lösung zugeführt. Die Abhandlung enthält auch instruktive tektonisch-morphologische Bilder und eine geologische Karte der Keltiberischen Ketten. Überall tritt die Tendenz hervor, klar und übersichtlich zu gestalten. Es ist das Verdienst Stilles, diese Arbeit angeregt zu haben, die zweifellos sehr aufklärend wirkt.

L. Kober.

Walter Schriell: *Der geologische Bau des Katalonischen Küstengebirges zwischen der Ebromündung und Ampurdan*. Beiträge zur Geologie der westlichen Mediterrangebiete, herausgegeben im Auftrage der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Von H. Stille. Nr. 2. Abhandlungen der Ges. der Wiss. zu Göttingen, math.-nat. Kl. N. F., Bd. XIV/1. Mit 11 Tafeln und 29 Textfiguren, 79 Seiten. Berlin: Weidmannsche Buchhandlung, 1929. Geheftet RM 12.—.

Auch hier liegt eine Arbeit aus der Schule von H. Stille vor, die mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft 1927 durchgeführt worden ist. Wieder waren es bestimmte Fragen, die gerade hier zu Forschungen anregten, in der Richtung der Arbeiten Stilles. Eine geologische Karte, Profile und zahlreiche gute Bilder dokumentieren schon äußerlich den Erfolg der Arbeiten Schriels.

Wir wissen, daß die Pyrenäen an ihrem Ostende noch Bewegung gegen Norden zeigen. Da war es nun von Interesse zu erfahren, welcher Art die junge Tektonik der katalonischen Küstenkette ist. Sie ist zweifellos saxonisch, also germanotyp. Anders steht es mit dem Untergrund. Der zeigt orogenen Bau. Postkumische Granite treten hervor, dann auch Kambrium, Silur, Devon und Kulm. Die Trias ist der Hauptsache nach germanisch, der Jura unvollständig entwickelt, desgleichen auch die Kreide. Kaledonische Faltung ist nicht sicher nachweisbar. Die variszische Hauptfaltung ist postkumisch und vorgranitisch, wahrscheinlich asturisch. Falten und Schub nach Süden und Südosten ist vorherrschend bei einem W—O-Streichen. Man hat also „gondwanische“ Elemente in den alten Ketten zu sehen. Von alpidischen Gebirgsbildungen ist die jungkimmerische erfaßbar, vor allem die savische und die attische Faltung. Postpontische Dislozierungen sind zu beobachten. Morphotektonisch gliedern sich die katalonischen Ketten in drei Elemente: Die Küsten und die Innenkette; dazwischen das katalonische Längstal.

L. Kober.

Kräusel R.: Die paläobotanischen Untersuchungsmethoden.

Ein Leitfaden für die Untersuchung fossiler Pflanzen, sowie der aus ihnen aufgebauten Gesteine. VIII + 86 S., 56 Textabb. Jena: G. Fischer, 1929.

Das Buch bringt in mancher Hinsicht mehr, als der Titel verspricht. Denn von den fünf Hauptteilen, in die es zerfällt, beschäftigen sich nur zwei — allerdings die umfangreichsten — mit dem Sammeln und Untersuchen der pflanzlichen Fossilien. Die anderen bieten eine kurz gefaßte allgemeine Paläobotanik.

Die ersten Seiten sind den Aufgaben und Zielen der Paläobotanik gewidmet. Ihre Bedeutung für die Systematik, die Phylogenie, die Pflanzengeographie, die Stratigraphie, die Lithologie, die Paläoklimatologie und die Paläogeographie wird kurz durchgegangen. Die Klage des Verfassers über den Mangel der paläobotanischen Arbeitsmöglichkeiten weiß gewiß niemand besser zu würdigen, als der Referent. Doch darf vielleicht darauf hingewiesen werden, daß es der Paläozoologie mit ihrem immerhin noch viel umfangreicheren Material eigentlich nicht besser geht, besonders seitdem die geologischen Landesanstalten als paläontologische Forschungsstätten immer mehr an Bedeutung verlieren. Man versuche doch einmal, einen Karpat- oder Tarsalknochen eines Großsäugetieres nach dem Schrifttum zu bestimmen. Man wird sich sogleich überzeugen, daß es eine beschreibende Osteologie — mit Ausnahme der Schädel — kaum gibt. Auch ist gewiß nicht einmal von 10% der Fossilien der alpinen Trias die senkrechte Verbreitung genau, das heißt, bis auf Unterstufen, bekannt. Das sind samt den von Kräusel angeführten nur wenige Beispiele für viele, um wieder einmal zu betonen, wie notwendig ein ausgedehnter Betrieb der Paläontologie für alle Nachbarwissenschaften wäre. Man kann ruhig behaupten, daß die vielberufene Lückenhaftigkeit der paläontologischen Überlieferung nicht nur auf dem Mangel von Funden, sondern auch auf der Unkenntnis der Dinge, die schon in den Laden der Museen liegen, beruht.

Der zweite Hauptteil von Kräusels Buch befaßt sich mit den Fossilisationsvorgängen, den Erhaltungszuständen und dem Vorkommen der fossilen Pflanzen. Besonders wertvoll schien dem Ref. hier der Abschnitt über die Kohlen. Eine wichtige Ergänzung zu ihm bildet das fünfte Kapitel, das die Unterscheidung der Kohlenarten behandelt.

Weiterhin bespricht Kräusel das Sammeln der pflanzlichen Fossilien, besonders eingehend die Entnahme von Torfproben.

Mehr als die Hälfte des Buches nimmt das vierte Kapitel ein, das die Untersuchungsmethoden behandelt. Zunächst ist von der Bearbeitung der pflanzlichen Makrofossilien die Rede. Außer allgemeinen Ratschlägen über ihre Aufbewahrung findet man hier Methoden zum Bleichen der Gesteine, damit kohlige Reste sich besser abheben, zum Freilegen der größeren Reste im Torf, Bemerkungen über die Fluorographie usw.

Aus dem Abschnitt über die mikroskopische Untersuchung seien folgende Schlagworte herausgehoben:

Pollenanalyse,

Untersuchung der Diatomen,

Dünnschliffe. Sehr wertvolle Angaben über ihre Herstellung, besonders auch aus mürben Gesteinen und Kohlen, über die Verwendung des polarisierten Lichtes.

Anschliffe zur Untersuchung mit dem Erzmikroskop.

Atzschliffe und Reliefschliffe,

Mazeration der Kohlen,

Verschiedene „Transfer“-Präparate nach Walton und Ashby. Sie ermöglichen es, die Unterseite kohligter Reste zu untersuchen. Wenn in Kiesel- oder Karbonaten kohlige Reste körperlich erhalten sind, können zehn und mehr Serienschritte auf 1 mm Gesteinsdicke gewonnen werden, deren Vergleich den inneren Aufbau der Pflanzen ergibt.

Schnitte durch Lignit und Kohle,

Aschenpräparate,

Kollodiumabgüsse zur mikroskopischen Untersuchung der Außenfläche,

Mikrochemische Untersuchungen: Nachweis von Lignin, Zellulose, Harz usw. (noch nicht sehr entwickelt).

Ausgezeichnete Lichtbilder veranschaulichen die Brauchbarkeit der beschriebenen Verfahren. Auch die Schriftenverzeichnisse hat Ref. sehr wertvoll befunden. Über die Sachkenntnis und Erfahrung Kräusels auf dem behandelten Gebiet Worte zu verlieren, ist überflüssig. Darum sei nur hinzugefügt, daß auch Aufbau und Darstellung des Buches durchaus gelungen erscheinen. Kein Paläobotaniker wird es in seiner Handbücherei entbehren können. Der Geologe erfährt daraus aber viel Neues über die Möglichkeiten der jetzigen Paläobotanik.

Bei manchen Verfahren wird man freilich die angeführten größeren Arbeiten oder noch besser die unmittelbare Unterweisung eines Geübteren zu Rate ziehen müssen. Das liegt im Wesen eines kurzen Leitfadens und wird vom Verf. selbst hervorgehoben. Besonders anregend scheint es, daß überall nicht nur auf die schon ausgearbeiteten Methoden, sondern auch auf neue Anwendungsmöglichkeiten und unvollendete Versuche hingewiesen wird.

Nur wenige Einzelheiten geben zu Bedenken Anlaß: Es scheint unzweckmäßig, daß bei der von Kräusel angenommenen Unterscheidung der Kohlenarten außer chemischen auch paläobotanische Merkmale verwendet werden. Das muß zu Widersprüchen führen.

Die Siphoneen werden nach Ansicht des Ref. zu Unrecht als Riffbildner bezeichnet (z. B. S. 22). Daß weite Gebiete der nördlichen Kalkalpen aus

ihren Skeletten aufgebaut sind (S. 23), würde Ref. heute nicht mehr so uneingeschränkt behaupten, wie vor drei Jahren. Auch in den diploporenen Gesteinen spielt die strukturlose Grundmasse eine große Rolle, oft überwiegt sie ganz und gar. Erkennbare Fossilien fehlen über sehr weite Strecken selbst im Wettersteinkalk oder Sarldolomit. Darin ist Arn. Heim unzweifelhaft Recht zu geben. (Geol. Rundsch., Bd. 15, 1924.)

Bei der Frage der ältesten Diatomeen hätten die neuen Ergebnisse von Zanon und Größ wohl wenigstens erwähnt werden sollen (Mem. Acc. Nuovi Lincei, Bd. 11, S. 235, Rom 1928; Palaeobiologica, Bd. 1, S. 487, Wien, 1928).

Dipl.-Ing. Dr. A. Hornoch: Das Verwerferproblem im Lichte des Markscheiders. Wien: Julius Springer, 1927.

Die Ausrichtung von Verwerfern war beim Bergbau seit alters her eine der wichtigsten Aufgaben der Markscheider; hängt doch von ihrer glücklichen Lösung, der Auffindung des verworfenen Teiles der Lagerstätte, Gedeihen und Bestand des Bergwerkes ab. Um die Richtung der Ausrichtung zu bestimmen, sind seit dem 17. Jahrhundert Regeln aufgestellt worden, die zunächst von der Annahme ausgingen, daß der hangende Gebirgsteil entlang der Fallinie einer ebenen Verwerfungsfläche abgesunken ist; erst vor kaum mehr als hundert Jahren erkannte man das Wesen des Übersprunges und erst sehr spät zog man die schräge Gleitrichtung und schließlich die drehende Bewegung in den Kreis der Erwägungen. Die alten für den Sprung aufgestellten Ausrichtungsregeln versagten bei Übersprüngen und auch die nunmehr abgeänderten Regeln führten zu Trugschlüssen, solange man die schrägen und söhnigen Verschiebungen vernachlässigte. Lange Zeit bedienten sich die Markscheider ausschließlich der auf räumliche Vorstellungen gegründeten zeichnerischen Lösung, erst spät gingen sie daran, die Ausrichtungsgrößen durch Rechnung zu ermitteln, ein wesentlicher Fortschritt, denn erst dieser Vorgang gestattet es, unter den möglichen Lösungen mit Sicherheit die günstigste herauszufinden.

Der Verfasser behandelt das Verwerferproblem im Lichte des Markscheiders als eine rein geometrische Aufgabe, die mit Hilfe der ebenen und sphärischen Trigonometrie gelöst wird; er hält sich von geologischen Betrachtungen über Ursache der Verwerfungen bewußt fern. Dennoch wird auch der Geologe die Abhandlung mit Vorteil benützen, weil an ihn immer häufiger Fragen herantreten, die nicht auf Grund allgemeiner räumlicher Erwägungen, sondern nur durch die Rechnung entschieden werden können, so zum Beispiel wann der kürzeste Weg anzugeben ist, auf dem verworfene Lagerstätten wieder angefahren werden können.

Der Verfasser gibt in einem Abschnitte über die Grundlagen des Ausrichtungsproblems zunächst eine Einteilung der Verwerfungen und entwickelt sodann den Vorgang, nach dem Kreuzlinie, Verwurfwinkel und Gleitrichtung rechnerisch ermittelt werden. Sodann wendet er sich der Berechnung der Ausrichtungsgrößen zu, von dem einfachen Falle der reinen Sprünge (Bewegung in der Fallinie der Verwerferebene) übergehend zu den allgemeinen Sprüngen mit schräger Bewegung der Gebirgsteile, wobei er auch den Fall bespricht, wo die Gleitrichtung unbekannt ist. Die Anwendbarkeit der einzelnen Ausrichtungsarten wird in einem dritten Abschnitte für die beiden Fälle erörtert, daß die Gleitrichtung bekannt und daß sie unbekannt ist. Wichtige Erkenntnisse und viel Neues bieten die Erwägungen über die günstigste Ausrichtungsart. In dem Abschnitte über die Richtung der Ausrichtung werden in einer Darstellung der geschichtlichen Entwicklung des Ausrichtungsproblems

die Verdienste Schmidts, Zimmermanns, Larnalls, Hoefers und anderer, um die Fortbildung der Ausrichtungsregeln gewürdigt, sodann der neuere Stand der Ausrichtungsfrage dargestellt und die Ausrichtungsregeln im Sinne der neuesten Erkenntnisse erweitert. Ein Schlußabschnitt befaßt sich mit den drehenden Verwerfungen.

Der Verfasser, aus der Markscheiderschule des Prof. Dr. Franz Aubell in Leoben hervorgegangen, gegenwärtig Professor der Geodäsie und Markscheidkunde an der kgl. ung. Montan- und Forsthochschule in Ödenburg, hat durch seine klare und erschöpfende Darstellung des Verwerferproblems ein Werk geschaffen, das nicht nur für den Bergingenieur und Markscheider, sondern auch für den Geologen wertvoll ist.

O. Rotky.

Robert R. v. Srbik: Bergbau in Tirol und Vorarlberg in Vergangenheit und Gegenwart. Innsbruck: Universitätsverlag Wagner, 1929.

Tirol wird als eine kulturhistorisch und bergwirtschaftlich gegebene Einheit in den ehemaligen Grenzen betrachtet. Die Örtlichkeiten, bei denen Bergbau betrieben oder Versuche hiezu unternommen wurden, sind umfassend genannt und in den beigefügten Kartenskizzen eingezeichnet.

Der erste Teil gibt in I bis III unter vorwiegend kulturgeschichtlichen Gesichtspunkten einen Überblick von dem Aufkommen und der Entwicklung des Bergbaues in geschichtlicher und vorgeschichtlicher Zeit. Eingefügt ist eine Zusammenfassung nach den einzelnen Jahrhunderten. Im IV. Abschnitt werden die verschiedenen Bergreviere in bergwerksgeschichtlichen Sonderdarstellungen behandelt, dann sämtliche dazugehörige Bergbaue und Schurfstätten angeführt. Die einzelnen Vorkommen sind mit kurzen, dem Zwecke des Buches angepaßten Bemerkungen über die Art der Lagerstätte versehen.

Der 2. Teil besteht aus statistischen Tafeln und Angaben, betreffend den bei Österreich verbliebenen Teil von Tirol und Vorarlberg, und vermittelt damit eine Vorstellung von dem heute noch dort vorhandenen Bergbaubetriebe.

M. Moller.

Henning Kaufmann: Rhythmische Phänomene der Erdoberfläche. (345 S., 15 Abb.) Braunschweig: Vieweg u. Sohn, 1929.

Der Verfasser bezeichnet sein Buch als einen Versuch, die Herausbildung derjenigen Kleinformen zu erklären, die das Ergebnis von Vorgängen an der gemeinsamen Berührungsfäche zweier in gegenseitiger Relativbewegung befindlicher Medien sind. Letzten Endes erscheinen Reibungszustände als die zwingende Ursache dieser Phänomene, über die wir bisher (S. 1) noch wenig unterrichtet sind. Im Zusammenhang mit diesen Reibungen zwischen körnigen oder flüssigen Medien treten Selbstdifferenzierungen unter Ausbildung rhythmischer Effekte auf. Wenn ein Medium unter dem Einfluß eines zweiten Mediums selbst ein in sich zusammenhängendes physikalisches System bildet, dann reagiert es auf den äußeren Zwang in einer freien, eigengesetzlichen Weise. Bezüglich der Probleme und Arbeitsmethoden lassen wir den Verfasser selbst sprechen: „Nur die Gesamtbedingung wird von außen gegeben, die Ausbreitung des Gestaltmaterials in örtliche Momente und der ganze Verlauf des gestalteten Gesamtprozesses dagegen regelt sich nach einer autonomen Gesetzlichkeit.“ (S. 3.) „Ein solches freies und gestaltmäßiges Geschehen nennen wir rhythmisch.“ „Nicht deskriptiv-formal, sondern kausaldynamisch, nicht wie üblich, lediglich ein Sammelname für regelmäßige Wiederholungen jeglicher Art in Raum und Zeit.“ (S. 3.) „Die bisherigen morphologischen Theorien wissen nichts von der Möglichkeit freier Gestaltungen,

sie rechnen nur mit gezwungenen Formungen. Unsere Aufgabe sehen wir deshalb in einer Befreiung der Gestalt aus der Zwangsjacke der lokal-kausalen Formung.“ „Da die einzelnen Momente des Rhythmus sich gegenseitig im ganzen tragen, sich nicht einfach linear aneinanderreihen, ist er seinem Charakter nach mehr räumlich simultan als zeitlich sukzessiv.“

Diese Sätze fordern zu manchem Widerspruch in formaler und sachlicher Hinsicht heraus. Zunächst ließe sich alles mit viel einfacheren Worten sagen, weniger schwulstig ausdrücken; aber das ist nun einmal modern geworden. Jedoch dürfte der Verfasser selbst empfunden haben, daß seine Sprache etwas schwer verständlich sei, und er spricht deshalb im letzten Kapitel der Einleitung von „äußeren und inneren Ursachen als von gleichgewichtsstörenden äußeren Einwirkungen einerseits und von gleichgewichtsschaffenden eigengesetzlichen Beantwortungen dieser Einwirkungen anderseits“: „Insofern sich also die kausale Betrachtungsweise vorzugsweise rückwärtsblickend den mechanischen Bedingtheiten, also den äußeren Ursachen zuwendet, bedarf sie als Ergänzung der finalen Betrachtungsweise, die sich vorwärtsschauend den inneren Ursachen zuwendet.“ Das Kausalprinzip geht nach der Darstellung des Verfassers den „bedingten Ursachen“ nach, das Finalprinzip sucht die Richtung und den Enderfolg des Geschehens festzustellen. („Prinzip der Tendenz zur Stabilität.“) Schon vor Kaufmann hat es Forscher gegeben, die in manchen Formen ein Kompromiß zwischen eigen- und fremdgesetzlichen Kräften erblickten. Von der Unterstellung einer einseitigen, gewissermaßen „exogenen“ Arbeitsmethode werden sich kaum viele Morphologen getroffen fühlen.

Das Werk selbst zerfällt in zwei Abschnitte: Im „darstellenden Teile“ wird mit ausführlicher Literaturbenützung zunächst die Erscheinung der Rippelmarken an Sand, Schnee und an Eisenbahnschienen („Riffein“) behandelt, dann die Dünenbildung, das Flußnetz, der Bùßerschnee, der Struktur- und Texturboden besprochen. Im „kritischen Teile“, der weit umfangreicher ist, werden die rhythmischen Phänomene einer kritischen Betrachtung unterworfen. Größte Beachtung verdient hier das Problem der Reibungswellen als rhythmisch-morphologische Erscheinung (S. 41).

Zweifellos besitzt der Verfasser ein „feines Fingerspitzengefühl“*) und eine scharfe, logische Beobachtungsgabe. Sehr lesenswert ist in dieser Hinsicht der Abschnitt „Selbstverstärkung“ (S. 180 ff.). Kaufmann geht aber zu weit, wenn er seine Methoden als durchaus originell hinstellen versucht. Es sind alte Methoden, neu ist vorwiegend ihr philosophischer, mit blumenreichen Mustern bestickter Mantel. Und da muß man sich fragen: Ist eine solche Sprache notwendig? (Man vergleiche den ersten Absatz der S. 29, wo die Dünen sich „wie lebende Wesen“ oder auch wie „Tanks im Kriege“ verhalten, sich „bei einem Windüberfall wie auf stillschweigende Verabredung sammeln“; oder (S. 29, letzter Absatz): „geradezu gruselig wirkt die Art, wie ein Barchau, dem man künstlich die Lebensader unterbunden hat, mit allen Anzeichen eines tödlich Verwundeten zusammensinkt und kläglich verendet“ (!).

Zum Schluß noch eine Bemerkung über den Zusammenhang zwischen Klüften und Talrichtung. Es ist nicht richtig, daß zuerst Panzer (S. 243), diesen Zusammenhang als einen vorwiegend und im Prinzip ausschließlich denudativen Effekt erkannt hat. Auch wußte man schon seit mehreren Jahrzehnten vor Panzer, daß die Erosion ein bereits vorhandenes Gefälle voraussetzt, und — fügen wir hinzu — auch das genügt nicht; Grundbedingung

*) E. Sander: Ref. über dieses Buch (Petermanns Geogr. Mitt., 1930).

ist nicht das Gefälle allein, sondern Gefälle und ein nicht zu trockenes Klima, also fließendes Wasser. Man hat aber seither immer geglaubt, diese Selbstverständlichkeit nicht eben erst wieder und immer wieder betonen zu müssen. Andererseits hat der Referent schon vor 30 Jahren, also lange (20 Jahre!) vor Panzer und vor anderen Autoren (s. Petermanns Geogr. Mitt., 1902) zeigen können, daß die sonderbare Richtungsstruktur in den einzelnen Laufstrecken der Massivdonau und ihrer Zuflüsse durch Anpassung an die Retikularektoneik einer Fasebene denudativ vorpräpariert war und kein Werk der Erosion ist. (Vergl. auch Verh. d. Geol. B.-Anstalt Wien, 1929). Mit wachsendem Böschungswinkel geht aber der Einfluß quer zum Gefälle verlaufender Strukturlinien für die Anlage eines Tales und für die Richtung der einzelnen Laufstrecken mehr und mehr verloren.

Alles in allem ist Kaufmanns Buch ein außerordentlich fleißiges und scharfsinniges Werk, das nicht nur gelesen, sondern auch studiert zu werden verdient. Es bietet nicht bloß Neues und manches Alte in neuerer Betrachtungsweise, sondern regt auch zum Weiterforschen und zum Experimentieren auf dem so fruchtbaren Gebiete der rhythmischen Phänomene an. Die epische Breite mancher Abschnitte (besonders der Zitate) und die — wie schon erwähnt — stellenweise zu blütenreiche Sprache, könnte in einer zweiten Auflage zugunsten der neueren Literatur eingedämmt werden.

H. V. Graber.

Gustav Braun: Grundzüge der Physiogeographie. Bd. I. Spezielle Physiogeographie. 3. Auflage, 177 Seiten, 108 Abbildungen. Leipzig: B. G. Teubner, 1903.

Wie die zweite Auflage, so steht auch diese dritte nur noch durch einige Abbildungen und Textstellen in Beziehung zur Deutschen Ausgabe der Physical Geography von Davis. Das vorliegende Buch ist eine knappe, aber vorzügliche Einführung in die physikalische Geographie. Die Abbildungen sind gut und in geschickter Weise ausgewählt.

Auf Seite 7 bleibt der Leser im Zweifel, ob Mengen- oder Gewichtsprozent gemeint sind; auch verdiente hervorgehoben zu werden (S. 8), daß die geothermische Tiefenstufe Extreme aufweist, sie beträgt etwa 100 m für je 1 Grad in Südafrika, 15 bis 20 m in Südamerika und in australischen Kohlengruben. Der Abschnitt über Isostasie wäre (siehe Löwls Lehrbuch der Geologie) zu revidieren. Im petrographischen Teil sind leider so zahlreiche sachliche Fehler, daß er für eine vierte Auflage durch einen Fachpetrographen neu geschrieben oder wenigstens durchgesehen werden sollte. (Vergl. besonders S. 56 und 57.)

Sehr gut ist der Abschnitt über die exogenen Kräfte. Die Massivdonau (S. 125) ist aber nicht reinepigenetisch angelegt, so einfach war der Vorgang nicht.

Das reiche Literaturverzeichnis am Ende jedes Abschnittes ist für Anfänger und Fortgeschrittene gleich wertvoll; erstere müßten aber auf die „Gefährlichkeit“ mancher Autoren durch kritische Randbemerkungen aufmerksam gemacht werden.

H. V. Graber.

Bruno Sander: Erläuterungen zur geologischen Karte Meran-Brixen. Mit Beiträgen von Wilhelm Hammer und vier Beilagen. Berichte des Naturwissenschaftlich-medizinischen Vereines zu Innsbruck, Bd. 41/1929; Universitätsverlag Wagner in Innsbruck; erschienen auch als 16. Heft der Schlernschriften, Veröffentlichungen zur Landeskunde von Südtirol, herausgegeben von R. Klebelsberg.

Diese Erläuterungen zu den vom Hydrographischen Amte in Padua herausgegebenen geologischen Karten 1:100.000: Meran (W. Hammer: Vintschgau, Passeier, 1922, B. Sander: 1905—1914, 1921/22) und Brixen (B. Sander: 1905—1914, 1921/22) geben einen knappen Überblick über den geologischen Bau des Bereiches dieser Blätter insbesondere in seiner Abhängigkeit vom zeitlichen Verhältnis zwischen Kristallisation und Teilbewegung im Gefüge der Gesteine. Demgemäß nehmen auch deren Besprechung und Darstellung in dieser Arbeit den breitesten Raum ein. Eine derartige Betrachtungsweise der Tektonik unterscheidet diese Erläuterungen von anderen.

Behandelt werden das Gebiet des Brixner Quarzphyllites, die Gneiszone Meran—Mauls—Bruneck, die Tauerngneise und ihre Schieferhüllen, der Schneeberger Gesteinszug, das Stubai Kristallin mit dem Tribulaunmesozoikum, das Kristallin über dem Tribulaundolomit, schließlich die Landschaftsformen, die nutzbaren Lagerstätten und die Tektonik. Eine Auflösung des geologischen Baues im Sinne der Vorstellungen von Termier, R. Staub, L. Kober in penninisch (lepontinisch), ostalpin, dinarisch wird bewußt nicht angestrebt.

Der größte Teil des Südens der beiden Blätter besteht aus „Quarzphyllit“ mit Einlagerungen von Schiefergneisen, Glimmerschiefern, Augengneisen. Sehr oft entwickeln sich in dem ursprünglich wenig metamorphen Gestein Albit, Granat, Biotit bei vor- bis mitkristalliner Durchbewegung. Nachträgliche vorpermische Umfaltung und Verschieferung bilden die heutigen tektonischen Quarzphyllite und Phyllitgneise aus. Am Tribulaun und a. a. O. sind aber die Quarzphyllite die nachpermische (tektonische Fazies hochkristalliner Schiefer. Das Bild eines Quarzphyllites kommt durch konstruktive wie auch durch destruktive (rückschreitende) Metamorphose zustande. Der Brixner Quarzphyllit grenzt gegen die Brixner Intrusivmasse an deren Südrand, mit einem normalen diskordanten Kontakt, unter Ausbildung von Adergneisen, Andalusit-Cordierithornfels, in denen die Spuren der älteren Bewegungen lediglich kristallin abgebildet sind.

Jüngere Bewegungen haben am Nordrand den ursprünglichen Kontakt gänzlich verwischt, nur an der tektonisch abgetrennten Rensenmasse ist der einstige Intrusivkontakt mit den altkristallinen Laaser Gesteinen erhalten geblieben.

Die Altersstellung anderer Intrusivgesteine, wie die derer von Klausen, der Porphyrit- und Dioritgänge, ist meist unsicher.

Über dem gefalteten Quarzphyllit transgrediert nun das Perm: Konglomerate, Augit- und Quarzporphyre, Grödner Sandstein, Bellerophonkalk, und darüber liegt in der Südostecke des Blattes Brixen die Trias in der Dolomitenfazies.

Die Gneiszone Meran—Mauls—Bruneck ist im Westen reichhaltig und mächtig entwickelt, zwischen den Tauern und dem Brixner Quarzphyllit verschmälert sie sich tektonisch außerordentlich. In ihr herrschen die Ötztaler Schiefergneise, Zoisit-führende Gabbroamphibolite, Marmore, Granatglimmerschiefer mit Staurolith und Disthen — in den verschiedensten Graden von Pegmatiten injiziert — sowie mächtige Massen grober Orthogneise (Antholz, Tschigot) mit arteritischen Höfen und Zonen. Diese mögen auch unter den älteren Tauerngneisen vertreten sein. Mitunter sind die Schiefergneise wie auch die eingelagerten Glimmerschiefer durchsetzt von Biotit- und Albitporphyroblasten (mit helizitischen Einschlußzügen). Im Streichen erlischt nun die magmatische Durchtränkung in den hochmetamorphen Gesteinen und sie gehen über in die muskowitzischen Laaser Schiefer, in denen sich nun Porphyroblasten von Granat, Staurolith, Disthen, Albit anreichern. Da den Glimmerschiefern in der Schiefergneismasse die Marmoreinlagerungen fehlen, so trennt

W. Hammer sie von den Laaser Schiefen ab, während B. Sander sie wegen ihrer sonstigen Eigenschaften zu ihnen rechnet. Diese mächtige mannigfaltige Gruppe ist im Westen nur örtlich, im Osten über weite Flächen hin nachkristallin phyllitisiert („Phyllitgneise“), noch vor dem Eindringen des Brixner Granits. In die jüngste stetige Tektonik des Untergrundes ist auch das zentralalpine, permisch-mesozoische Deckgebirge, die Fortsetzung des Ostalpinmesozoikums, gleichförmig miteinbezogen.

Von den beiden erwähnten Gebieten unterscheiden sich die Hohen Tauern durch ihre besondere tektonische Gesteinsfazies, dem Ineinandergreifen von Kristallisation und Durchbewegung, durch die Ausbildung stetiger Teildecken in größerer Tiefe. In der Zusammensetzung der älteren vortriadischen Gesteine stimmen aber beide weitgehend überein. Aus all diesen Gründen wird die scharfe Absonderung der Hohen Tauern als penninisch, von den anderen als ostalpin und dimarisch abgelehnt.

Die Gesteine der Hohen Tauern gliedern sich in die lagenartigen Tauerngneise (B): mannigfache grobe, umkristallisierte Orthogneise mit ihren migmatitischen Dachgesteinen, den Glimmerschiefen und Paragneisen. In ihnen dürften sich die Quarzphyllite und die Laaser Schiefer verbergen. Jüngere, die ältere Schieferung kreuzende Aplite sind nachträglich mit ihren Nebengesteinen verschiefert worden. Gewisse jüngere intermediäre Orthogneise (Tauerngranite A) entsprechen dem Alter wie der Entstehung nach anscheinend der Brixner Intrusivmasse. Auf dem Tauerngneise liegt nun die überaus abwechslungsreiche untere Schieferhülle mit den Knollengneisen (zum Teil konglomeratisch), den mineralreichen Greiner Schiefen, blastopsammatischen Quarziten, dem Tuxer Marmor (= Hochstegenkalk bei F. Becke) und Pfitscher Dolomit. Die jüngere obere Schieferhülle setzt sich hauptsächlich zusammen aus: ziemlich kalkreichen Phylliten, Serpentin und prasinitischen Grünschiefen. Granitische Intrusionen haben sich in der Schieferhülle nicht gefunden. In allen Gesteinen der unteren Schieferhülle wurde die Durchbewegung von der Kristallisation (Albit, Biotit, Disthen, Granat, Hornblende, Ankerit, Epidot, in der Schweiz auch Staurolith) überdauert. In der oberen Schieferhülle ist diese „Tauern-Kristallisation“ schwächer. Enge Umfaltung mit Zerschierung der Einlagerungen zu Linsen erzeugen die so bezeichnenden phyllitischen Strukturen und eigenartigen Breccien.

Wegen der Ähnlichkeit der im Streichen weniger metamorph werdenden unteren Schieferhülle mit den Gesteinen der Grauwackenzone und des Tribulaun wird auf ihr paläomesozoisches Alter und damit auch auf das nachtriadische Alter der Tauernkristallisation geschlossen.

Zurückgeführt wird die Tauernkristallisation — vergl. die Anschauungen F. Beckes und E. Weinschenks — auf die Einwirkung der jüngeren Tauerngranite A unter größerer Belastung. Damit rollt B. Sander die Frage nach dem Alter der Brixner Intrusivmasse auf, deren paläozoisches Alter bisher gesichert schien. Er vermutet eher Beziehungen zu den jüngeren Predazzoesteinen.

Den Tauerngneisen (B) und der unteren Schieferhülle gleichen vollkommen die Gesteine des Schneeberger Zuges, sie werden hier von sicheren Laaser Schiefen begleitet. Sie liegen aber tektonisch über den Tauern. Sie bilden eine unter dem Einfluß der südwärts drängenden Ötztaler Masse eine verwickelte, gegen Süden umgelegte Mulde. Die Bewegungen wurden von der Tauernkristallisation seitens der in der Tiefe verborgenen Tauerngranite überdauert.

Das Stubai Kristallin gleicht der Gneiszone von Meran; das auflagernde Tribulaunmesozoikum ist tauernkristallin. Auf ihm liegen Ge-

steine der unteren Schieferhülle mit ihren zu Quarzphyllit veränderten Tektoniten.

Nördlich der Brixener Masse trennt eine große nachkristalline Störung den südlichen Quarzphyllit mit seinem von dem des Deckgebirges unabhängigen Bau von dem nördlichen Gneisgebiet, in dessen Bau das Mesozoikum einverleibt ist. Daraus lösen sich nun die Hohen Tauern. Sie werden aufgefaßt als parautochthone Gneisschwellen, die mit der unteren Schieferhülle unter hoher Belastung verfault sind, wobei die Schieferhülle selbst tektonisch vervielfacht, sogar in Form nordwärts getriebener Teildecken losgelöst wurde. Während einst die Schieferhülle auf den Tauerngneisen wie auch auf den Laaser Schiefen und Maulser Gneisen lagerte, liegen heute: unten Tauerngneise und Schieferhülle, darüber getrennt durch eine große Bewegungsfläche das Altkristallin mit dem Tribulaunmesozoikum und schließlich die Steinacher Decke.

Im Altkristallin weichen die einzelnen Züge im Streichen oft von der allgemeinen NO-Richtung beträchtlich ab. An zwei auffälligen mylonitischen Störungen (Jaufenpaß und Marlingerberg) sind mitunter mesozoische Gesteine eingeklemmt.

Unter den Bewegungsvorgängen lassen sich unterscheiden: ein vorpermischer, von Laaserkristallisation überholter, und zwei nachtriadische, von denen der eine von der Tauernkristallisation überdauert wurde. Laaser- und Tauernkristallisation können wegen ihrer großen Ähnlichkeit nicht immer getrennt werden, es ist daher das Vorhandensein der Laaserkristallisation in den Tauern nur aus Analogiegründen zu erschließen. Die Tauernkristallisation wechselt dem Grade nach örtlich: im Norden und in größerer Entfernung von den Gneisen ist sie schwächer oder fehlt. Verursacht wird dies teils durch die tektonische Verschleppung aus dem Wirkungsbereich der Tauernkristallisation, teils durch Bewegungen an Gesteinen außerhalb.

Starke Bewegungen nach der Tauernkristallisation führten zu Knickungen im Streichen des Altkristallins, vor allem aber spielten sie sich an der Grenze gegen das Altkristallin ab und verknüpfeten tauernkristalline mit nicht derartig veränderten Gesteinen. Die Tauern verdanken demnach ihren Bau, ihre Tauernkristallisation nicht der Überschiebung und der Belastung durch das Altkristallin.

Gegen die Anschauungen von P. Termier, R. Staub und L. Kober wird insbesondere eingewendet, daß deren Deckengrenzen, wie auch die Fuge zwischen Alpen und Dinariden in vollkommen einheitlich gebaute Gegenden gelegt sind. Abgesehen davon haben Alpen und Dinariden sovieler Gemeinsamkeiten in der vortriadischen Tektonik, wie auch in der Gesteinszusammensetzung — die Brixener Intrusivmasse steckt in Alpen und Dinariden — daß eine scharfe Scheide an und für sich unwahrscheinlich ist.

L. Waldmann.

Gerhard Kirsch: Geologie und Radioaktivität. Die radioaktiven Vorgänge als geologische Uhren und geophysikalische Energiequellen. (VI, 214 S.) Berlin und Wien: J. Springer, 1928.

Das Buch enthält einen umfassenden und kritischen Bericht über die Gedankengänge, welche die Erfahrungen der jung erblühten Wissenschaft der Radioaktivität für die Deutung der geologischen Vorgänge zu verwerten suchen. Seine Entstehung aus einer Reihe von akademischen Vorlesungen kommt der Methodik der Darstellung zugute, die zunächst den Nichtphysiker mühelos vertraut macht mit den hier in Betracht kommenden Grundtatsachen. Den Geologen kümmern weniger alle die wunderbaren Erkenntnisse über die

Strahlenarten, die Größen und Geschwindigkeiten der bewegten Teilchen usw., viel mehr aber die größeren Gesamtwirkungen und die Ergebnisse des radioaktiven Atomzerfalles. Hierher gehört vor allem die den Atomzerfall begleitende Abgabe von Energie in Form von Wärme. Sie verlangt eine gründliche Nachprüfung unserer Vorstellungen über die Erkaltung der Erde, wie überhaupt über die Energiequelle des Erdinneren, die sich in dem andauernden Wärmestrome aus der Tiefe, in den vulkanischen und in den gebirgsbildenden Vorgängen kundgibt. Ihre Erklärung ist abhängig von der Frage nach der Menge und Verteilung der radioaktiven Stoffe im Erdinnern und damit im Zusammenhange nach der stofflichen Gliederung des gesamten Erdkörpers.

Hierher gehört ferner die Anhäufung der Endprodukte der radioaktiven Umwandlung, des Bleis und des Heliums in uranhaltigen Mineralien. Ein Vorgang, der unbeeinflusst von äußeren physikalischen Einwirkungen proportional der Zeit abläuft und von dessen Nachprüfung in Einzelfällen, man ziffermäßige Daten über die Dauer geologischer Epochen erwartet. Dazu kommen noch, als örtliche Erscheinungen, mancherlei Einflüsse auf die Färbung und Kristallisation vieler Minerale durch die radioaktive Strahlung, die in besonderen Fällen Anhaltspunkte über die Dauer der Einwirkung und somit über das geologische Alter einzelner Vorkommnisse zu liefern vermögen.

Der erste gegenständliche Abschnitt „über die Verbreitung der radioaktiven Substanzen“, beschreibt zunächst die wunderbar feinen Methoden zur Bestimmung des Radium- und Thoriumgehaltes in Gesteinen und erläutert kritisch die durch die zahlreichen Messungen von Strutt, Joly, Poole, Fletcher, Farr, Florence, Büchner, Petterson, Mache und Bamberger, Smeeth, Watson u. a. gewonnenen Zahlen. Für die Beurteilung der Wärmeentwicklung ist auch die geringe Radioaktivität des so sehr verbreiteten Kaliums nicht zu vernachlässigen. Neben der bekannten Tatsache, daß der Radiumgehalt innerhalb der Größenordnung 10 bis 12 in sauren Gesteinen zumeist höher ansteigt als in basischen, wird noch besonders hervorgehoben, daß auch regionale Unterschiede im Radiumgehalte der Gesteine wahrzunehmen sind und daß es radiumreichere und radiumärmere Landstriche gibt. (Die Zukunft wird lehren, ob diese Verteilung mit der Gauerwandtschaft der Magmen in Beziehung steht.) Bemerkenswert ist der gleichmäßig niedrige Radium- und Thoriumgehalt der Deckenbasalte verschiedener Gebiete.

Die Frage nach Verteilung der radioaktiven Elemente im Erdinnern knüpft an die Vorstellung von V. M. Goldschmidt, der eine ursprüngliche Trennung der Stoffe in drei flüssige und eine gasförmige Phase annimmt, die in der ersten Schmelze nach ihrem spezifischen Gewichte gesondert wurden und in die in sich die Elemente nach ihren chemischen Verwandtschaften angereichert haben. Der metallische Kern hat die Hauptmasse der siderophilen Elemente aufgenommen. In der Sulfidoxidschale und in der Silikatschale sind die chalkophilen und lithophilen Elemente angereichert. Die große Affinität zum Sauerstoff fesselt Kalium, Uran und Thorium an die Lithosphäre und das große Ionenvolumen dieser Elemente verhindert ihre Aufnahme in die sinkenden Bodenkörper bei der fortschreitenden Differenzierung. Mit den saueren Schmelzen und Emanationen werden sie nach oben geführt und so findet der Schluß auf eine Konzentration der schweren radioaktiven Elemente in der äußeren Erdschale seine physikalische Begründung.

Im zweiten Abschnitte, „Die radioaktiven Stoffe als Energiequelle“, wird gezeigt, daß nach einfacher Berechnung bei gleichmäßiger Verteilung der radioaktiven Stoffe, die durch sie gelieferte Wärmemenge den aus dem Wärmegefälle in der Nähe der Oberfläche erschlössenen Wärmestrom

fast um das 200fache übertreffen würde. Alle weiteren Schlüsse auf die dynamische Auswirkung der Energien radioaktiver Stoffe in der äußeren Erdhülle hängen davon ab, wie man sich die Verteilung dieser Stoffe im Innern des Planeten vorzustellen hat, ob man der radioaktiven, das ist der Wärme erzeugenden Schichte, eine größere oder geringere Stärke mit geringerer oder größerer Konzentration zugestehen will.

Als ein Beispiel für die auf die Zusammenhänge zwischen Erkalting, Kontraktion, Radioaktivität und Gebirgsbildung gerichteten Untersuchungen wird Jeffreys Betrachtungsweise der Abkühlung der Erde näher erläutert. Sie zeigt bereits, wie der Weg zu der Schlußforderung, daß die Kontraktion genüge, um die Gebirgsbildung zu erklären, durch eine Bahn von ziffermäßigen Annahmen geführt werden muß, die der gewissenhafte Geologe kaum als abgeschlossene und fertige Ergebnisse seiner Untersuchungen aus seiner Hand entlassen wird. Den Geologen interessiert aber die Ableitung einer „spannungslosen Fläche“ in der erkaltenden Erde durch O. Fisher und Jeffreys. Sie liegt dort wo die Zugspannung der äußeren Hülle in die Druckspannung der Tiefen allmählich übergeht. Sie wurde schon in verschiedenen Hypothesen der Gebirgsbildung verwertet. Eigentümlich ist, wie Jeffreys seine Anschauung der Annahme eines rhythmischen Charakters der Gebirgsbildung anzupassen sucht. Sechs „Revolutionen“ sollen im Laufe der Erdgeschichte eingetreten sein. Elastizitätskoeffizient und Bruchspannung sollen in den Krustengesteinen ein Sechstel der für die Erdoberfläche angenommenen Kompression betragen, daher soll sechsmal im Laufe der Erdgeschichte Überschreitung der Spannung und daher Gebirgsaufstau eingetreten sein.

Ganz andere Wege zu ähnlichen Zielen hat J. Joly in seinem Buche „The Surface-History of the Earth“ eingeschlagen. Auch er sucht nach einer Erklärung der tektonischen Vorgänge, der Transgressionen, der Hebungen und Senkungen von Kontinenten, des Aufstauens von Gebirgen und der angeblichen rhythmischen Wiederkehr von solchen Ereignissen auf der Grundlage radioaktiver Energiequellen.

Als erste der Voraussetzungen, auf denen die Hypothese aufgebaut ist, gilt die Annahme, daß die Erde in einer gewissen Tiefe von einer gleichförmigen basaltischen Schicht umgeben sei, auf der die Kontinente schwimmen. Sie enthält eine gewisse Menge von Wärme erzeugenden radioaktiven Stoffen. Isostatisches Gleichgewicht bestimmt andauernd die gegenseitige Lage der Kontinente und der Ozeanböden. Dazu kommen noch planetarische Kräfte, wie Gezeitenreibung und Präzisionsbewegung, die gestaltend auf die äußere Erdkruste einwirken können. Nach einer Berechnung würde eine Masseneinheit von Basalt durch die in ihr enthaltene Radiummenge in ungefähr 30 Millionen Jahren bis zur Schmelzwärme erhitzt werden, unter der Voraussetzung, daß die entwickelte Wärmemenge nicht zum Abflusse gelangt. Daß die Kontinente einen Wärme abschließenden Schirm darstellen, wird daraus geschlossen, daß das Wärmegefälle der Kontinentalflächen keiner höheren Wärmemenge entspricht, als der, die in den Kontinentalmassen selbst erzeugt wird. Dort wird die basaltische Unterlage im Laufe langer Zeiträume bis zum Aufschmelzen erhitzt; die damit verbundene Volumveränderung verursacht ein isostatisches Niedersinken der Kontinente und soll die weitausgreifenden Transgressionen erklären. Zugleich wirken auch die Gezeiten auf die Magmaschmelze. Wärme wird konvektiv den Ozeanböden zugeführt und auch ihr Untergrund beginnt zu schmelzen. In der nun auf etwa 3 km verdünnten Deckschicht über den ozeanischen Basalten wird das Wärmegefälle versteilt und der Wärmeabfluß beschleunigt. Ein Zeitraum von weniger als

acht Millionen Jahren soll genügen zur Abgabe der ganzen latenten Wärme. Bei der Erstarrung werden die Kontinente wieder isostatisch in frühere Stellung emporgehoben.

Dieser zyklische Prozeß des Basaltmagmas soll sich im Laufe der Erdgeschichte etwa vier- bis fünfmal, und zwar in Zeitabständen von 40 bis 50 Millionen Jahren, wiederholt haben; und die einzelnen Zyklen sollen den insbesondere von den Amerikanern unterschiedenen „Revolutionen“ in der Erdgeschichte, der vormaläozoischen, der kaledonischen, der variszischen, der Laramiden-, und der alpinen Revolution, entsprechen.

Eingehender werden nun die Ergänzungen zu dieser Hypothese von Poole und Cotters und insbesondere deren weitergehende Abwandlungen von Holmes besprochen. Auch Holmes strebt nach einer Revision der Abkühlungstheorie; denn eine gleichmäßige Abkühlung vermöge nicht den unregelmäßigen Gang der Erdgeschichte zu erklären. Ihr Verständnis verlange nach einem zeitweise gestauten Wärmestrome, wie er von den radioaktiven Stoffen geliefert werde. Die Vorstellung von den Dimensionen der Kontinente wird abgeändert durch Anwendung der aus der physikalischen Erdbebenforschung gewonnenen Werte; und die Ziffern für die erzeugte Wärmemenge erfahren eine Abänderung durch Berücksichtigung des vom Kalium gelieferten Beitrages. Das Wesentliche an der Betrachtungsweise von Holmes ist aber die Annahme zweier tieferer Zonen unter der Basaltzone; dieser angeschlossen sei die aus kristallisiertem Basaltmagma bestehende Eklogitzone, und darunter folge eine noch basischere Zone aus Peridotit. Wegen der ungleichen Schmelzpunkte nimmt der Aufschmelzungsvorgang einen verschiedenen Verlauf in den einzelnen Zonen. Einem Aufschmelzungszyklus in der Peridotitzone entsprechen mehrere im Basalt und Eklogit; und Holmes teilt die Erdgeschichte in 30 Perioden von etwa 30 Millionen Jahren, in die drei bis vier heftigere (Peridotit-) Zyklen einzuschalten sind.

Der dritte Abschnitt: „Die Radioaktivität als selbstregistrierende Uhr“. Zunächst zeigt eine Rückschau, wie alle früheren Versuche auf verschiedenen Wegen, aus der einfachen Abkühlungskurve, aus dem Salzgehalt der Meere, aus der Mächtigkeit der Sedimente, aus dem Kohlensäuregehalte der Atmosphäre, sogar aus der phylogenetischen Entwicklung des Lebens, Anhaltspunkte für das Alter der Erde zu gewinnen, völlig beiseite geschoben werden, durch die Schlüsse, die aus dem unbeeinflußbar gleichförmigen Zerfall der radioaktiven Stoffe gezogen werden können. Es kann hier daran erinnert werden, daß Ähnliches fast die ganze umfassende ältere Literatur über das Erdinnere überhaupt betroffen hat. Auch ist sie völlig obsolet geworden durch die aus der physikalischen Erdbebenforschung gewonnenen Hinweise. Solche Erfahrungen können uns zur Warnung dienen, nicht zu viel Mühe und Zeit mit unzureichenden Mitteln und Spekulationen zu verschwenden, die sich früher oder später als unfruchtbare Verschwendung erweisen müssen.

Allerdings sind auch die Ergebnisse dieser Art der Schlußfolgerung nicht so einfach und unbedingt, wie man aus der mathematisch bestimmten Gesetzmäßigkeit, auf die sie sich stützen, vermuten sollte. Das zeigt die scharfe und gründliche Kritik, durch die der Verf. die Schwierigkeiten dieser Untersuchungsmethoden erläutert.

Die Endprodukte des Zerfalles radioaktiver Stoffe, Helium und Blei, werden mit bekannter und unveränderlicher Geschwindigkeit in den uran- und thoriumhaltigen Mineralien angereichert. Ihr Verhältnis zur Muttersubstanz ermöglicht somit die Altersbestimmung. Im Vordergrund der Untersuchungen steht die Bleimethode. Zu beachtende Schwierigkeiten ergeben sich aus der

Möglichkeit, daß die Minerale bei ihrer Bildung schon Blei aufgenommen haben oder daß Blei später abgewandert ist. Einen Anhaltspunkt liefert die Verschiedenheit des Atomgewichtes des gewöhnlichen Blei von dem aus radioaktiven Stoffen abgeschiedenem Blei. In einem sehr ausführlichen Abschnitt wird dargelegt, daß Abwanderung nicht in großem Ausmaße stattgefunden haben kann, und wie die Oxydationsstufe des Uran Möglichkeit bietet, sie abzuschätzen.

Damit werden zugleich auch die Richtlinien gegeben für die Auswahl des zu diesen Bestimmungen zu verwendenden Materiales. Bei eigentlichen Uran- und Thormineralien wird man aus dem Bleiverhältnis nur einen Minimalwert des Alters erschließen können. Wichtiger sind die primären Vorkommnisse von Mineralien mit akzessorischem Uran- und Thorgehalte, die vornehmlich aus Pegmatiten gewonnen werden können. Überhaupt sind die metamikten Minerale, die durch innere radioaktive Strahlung ihre kristallinische Struktur eingebüßt haben, weniger verläßlich, als diejenigen, die mit der Kristallstruktur ihren Uran-, Thor- und Bleigehalt besser bewahren konnten. Eine Reihe von Beispielen derartiger Untersuchungen wird sehr eingehend besprochen. Großordnungen können bestimmt werden, aber es wird vorläufig darauf verzichtet, eine aus diesen Untersuchungen gewonnene Zeittabelle der Formationen zu geben.

Befremdend und noch aufzuklären erscheint zunächst für den Geologen die Angabe, daß Bröggerite in einem und demselben Pegmatitgange ihrer Entstehung nach von ungleichem Alter seien. Ein Rhythmus von rund 85 Millionen Jahren soll sich aus dem Vergleiche verschiedener Stücke ergeben und Extreme sollen um 220 Millionen Jahre voneinander abweichen. Nach verbreiteter geologischer Anschauung ist die Bildung eines Pegmatitganges mit der Auskristallisation der Mineralien abgeschlossen, und neue Minerale können nicht ohne Erneuerung der Gesamtstruktur eingefügt werden.

Den Petrographen interessiert die im Anhang gegebene Darlegung über verschiedene einfache und zusammengesetzte Verfärbungsböfe, in denen die Reichweiten der Strahlungen verschiedener Zerfallsprodukte zu erkennen sind.

Schon aus diesen Angaben über den reichen Inhalt des Buches ist zu ersehen, daß vorläufig eine befriedigende Uebereinstimmung zwischen vielen Ergebnissen der Radiumforschung auf geologischem Gebiete und allgemeinen Vorstellungen über das geologische Geschehen noch nicht herzustellen ist. Dennoch sind die hier entwickelten Gedankengänge unbedingt dem Geistesinhalte der heutigen Geologie anzugliedern. Hypothesen über den Wärmehaushalt und die angebliche Schrumpfung der Erde und über das großtektonische Geschehen überhaupt, sind unvollständig und deshalb wertlos, wenn sie nicht Bezug nehmen auf die radioaktiven Energien des Erdkörpers, und dem Verfasser gebührt vor allem der Dank der Geologen, denen er das schwierige Gebiet in seiner ganzen Ausdehnung auf so übersichtliche Weise zugänglich gemacht hat.

F. E. SUEß.

Georg Berg: Vorkommen und Geochemie der mineralischen Rohstoffe. Einführung in die Geologie und Lagerstättenlehre, besonders für Chemiker und Studierende der allgemeinen Naturwissenschaften. Mit 67 Textabbildungen. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1929.

Es ist noch nicht lange her, da lagen nur tastende Versuche zu einer Geochemie vor, wie sie uns durch die Meteoritenkunde, Seismologie und Analysenstatistik und regionale Geologie gegeben waren und so ziemlich in einer Gliederung der Erde, wie Sal, Sima, Nife, gipfelten, die im großen und ganzen

auch noch heute gilt. Über einen gewissen Punkt war man aber nicht hinausgekommen. Erst durch die theoretischen und experimentellen Untersuchungen, insbesondere von V. M. Goldschmidt und P. Niggli, die den Bau der Atome und die Kristallstruktur in die Geochemie einbezogen, wurden ganz eigentümliche Gesetzmäßigkeiten in der Art der Verteilung der Stoffe gefunden, die die Grundlagen der heutigen Geochemie sind, deren großer Einfluß auf die Geologie sich noch gar nicht abschätzen läßt. Je nach den Eigenschaften seines Atomkernes reichert sich ein Element in der Lufthülle (atmosphäphil), im Silikatmantel (lithophil), in der Sulfidzone (chalkophil), oder im Metallkern (siderophil) an; dagegen bestimmt der Aufbau seiner Elektronenhülle, ob es sich unter den Erstausscheidungen eines Magmas oder während der Hauptkristallisation oder unter den Restkristallisationen anhäuft. Es ist damit erklärlich, warum ganz bestimmte Elementkombinationen bevorzugt werden.

Im ersten Teil bespricht der Verfasser die Verbreitung der Elemente auf der Erdoberfläche, weiter legt er die Anschauungen dar über ihre Verteilung im Erdinnern, wie sie von Washington, Tamann, Goldschmidt geäußert worden sind, teilt die Ergebnisse der Meteoritenforschung und der Geophysik über den Aufbau der Erde mit und schildert schließlich die Gruppierung und Verknüpfung der einzelnen Elemente in ihren natürlichen Vorkommen, wie sie durch ihren inneren Bau bedingt sind, unter Berücksichtigung experimenteller Untersuchungen. Sie erlauben zunächst eine ursprüngliche Gliederung, die offenbar dem zonaren Aufbau der Erde entspricht: Lufthülle, Steinmantel, Sulfidzone und Metallkern und eine weitere Reihung, wie sie sich in der Ausscheidung im erstarrenden Magma äußert.

Der Hauptteil ist der Geochemie der Elemente gewidmet. Auf den reichen Inhalt näher einzugehen, verbietet der Raum. Es sei zuletzt nur hervorgehoben, das Buch ist durch seine klare Sprache und Darstellung eine vorzügliche Einführung in die Geochemie.

L. Waldmann.
