

## Besprechungen.

**Jos Cadisch:** Geologie der Schweizer Alpen. — Wepf & Co.-Verlag, Basel 1953. II. Auflage, verfaßt unter Mitarbeit von E. Niggli (Leiden).

Der Verfasser gibt in diesem Werke ein äußerst anschauliches Bild vom Aufbau der Schweizer Alpen in einer sehr knappen und gedrungenen Form. Ein besonderer Vorteil seiner Darstellungsweise ist, daß er sich nicht in lange Beschreibungen und Vergleiche von Schichtfolgen einläßt, sondern dieselben tabellarisch zusammenfaßt, was die Übersichtlichkeit sehr erhöht. Es sind die einzelnen Abschnitte auch so abgefaßt, daß sie einzeln lesbar sind.

I. Teil: Einführung und Allgemeines. Als Einführung wird ein tektonischer Überblick von Europa und der Gebirge im allgemeinen gegeben, damit der Leser die Stellung der Alpen im Gesamtrahmen Europas verstehen lerne. Die verschiedenen Hypothesen über Gebirgsbildung werden besprochen und der Verf. kommt zu dem Endergebnis, daß wohl über einzelne Vorgänge der Orogenese Kenntnisse vorhanden sind, daß wir aber das gesamte Räderwerk des Mechanismus noch lange nicht durchschauen. Ursachen und Wirkungen sind viele. Es genügt nicht, nur einen einzelnen Vorgang in's Auge zu fassen.

Es folgt eine historische Übersicht über den Werdegang der Erforschung der Schweizer Alpen und eine tabellarische Darstellung der drei Sedimentationsbezirke: des helvetischen, penninischen und ostalpinen (und südalpinen) in die entsprechenden Decken. Der Verf. betont die Schwierigkeit der Parallelisierung von tektonischen Einheiten auf große Längserstreckung hin und findet es ein unnützes Beginnen, westalpine tektonische Einheiten bis in die Südkarpaten oder nach Kleinasien verfolgen zu wollen.

II. Teil: Das Baumaterial der Schweizer Alpen. Drei Gruppen von Gesteinen bauen die äußere Erdrinde auf: die magmatischen, die sedimentären und die metamorphen Bildungen. In neuerer Zeit wurde verschiedentlich der Vorschlag gemacht, diesen Gruppen noch eine vierte anzuhängen, die durch ultrametamorphe Prozesse entstanden ist. In den Alpen gibt es nur sehr wenige nicht-metamorphe Eruptivgesteine. Durch die alpine Faltung sind alle älteren Eruptivgesteine überarbeitet worden. Ferner haben die alten Magmatite (z. B. die Orthogneise des Gotthardmassivs) schon eine voralpine Metamorphose erlitten. Es wird nun auf die Zugehörigkeit der Gesteine zu den verschiedenen Magmentypen von Niggli eingegangen und auf die magmatischen Provinzen. Obwohl es in den Schweizer Alpen oft schwierig ist, das Alter der magmatischen Gesteine zu bestimmen, werden die prätriadischen und die alpinen meso- und eozoischen Eruptiva getrennt besprochen. (I. Teil: prätriadische Eruptiva: Eruptiva des Mont-Blanc-Massivs, der Aiguilles rouges und des Arpille-Massivs, des Aar-Massivs, des Gotthard-Massivs, im Verrucano der helvetischen Zone, die Eruptiva in den unteren und mittleren penninischen Decken, die alten Eruptiva der oberpenninischen und unterostalpinen Decken, die Eruptivgesteine im Mittel und oberostalpin und schließlich die Eruptiva der Südalpen. — II. Teil:

Meso und neozoische Eruptivgesteine: Die Ophiolithe, das Bergeller-Massiv, die jungen Pegmatite und die junge Injektion, die übrigen jungen Eruptiva.)

Bei der Besprechung der metamorphen Gesteine wird erst eine generelle Erläuterung des Begriffes der Metamorphose und des Zonen- und Faciesbegriffes in der Metamorphoselehre gegeben.

In den Alpen kommen metamorphe Gesteinsserien vor, die Produkte einer oder mehrerer alter prätriadischer Metamorphosen sind. Die alten Metamorphosen sind mit vortriadischen Orogenesen in Zusammenhang. Mit Sicherheit ist in den Alpen die herzynische (variskische) Gebirgsbildung festgestellt worden. Fossilführendes Oberkarbon wird am Tödi und im Aiguilles rouges und Arpilles-Massiv diskordant von fraglichem Oberperm und von Trias überlagert. Die mächtigen Verrucanomassen der helvetischen Zone und der unterostalpinen Decken stellen den Abtragsschutt der herzynischen Gebirge dar. Das Oberkarbon liegt seinerseits transgressiv auf metamorphen Gesteinsserien auf und diese gelten als das eigentliche Grundgebirge der Alpen; es gibt also auch eine vorwestphalische Phase. Alter und Stratigraphie der altkristallinen Gesteinsserien: Die älteste mit Fossilien belegte Stufe der Schweizer Alpen ist das Westphalien (die älteste der ganzen Alpen ist ein kambrischer Tribolit aus der Kreuzeckgruppe, Ostalpen). Staub ist der Meinung, daß Kambrium, Silur, Devon und Unterkarbon in den Schweizer Alpen fehlen. Alle altkristallinen Gesteine sind daher präkambrisch. Er unterscheidet drei Großgruppen: 1. Cassaniaschiefer, nur epimetamorph, 2. die Marmor- und Kalksilikatserien = kalevisch-jatulisch des nordischen Grundgebirges, 3. die hochmetamorphe Serie (Biotit-Zweiglimmergneise, Kinzigite der Ivrea-Zone = Basalkomplex des Baltischen Schildes). Abschließend weist der Verf. auf die Unsicherheit der altkristallinen Stratigraphie der Alpen hin.

Die alpine Metamorphose: Der größte Teil der Umwandlungserscheinungen an den Gesteinen der Alpen ist ein Produkt der posttriadischen Metamorphosen. Schwierig ist oft die Abschätzung des Anteiles voralpiner und alpiner Metamorphosen an den prätriadischen Gesteinen.

Die spätherzynischen Eruptiva, das Permokarbon, scheinen in vielen Gegenden der Alpen nur alpin umgewandelt zu sein, waren also zu Beginn der Trias noch in ihrer ursprünglichen Ausbildung vorhanden. Bezüglich der Stoffwanderung wird festgestellt, daß auch im penninischen Raum von einer bedeutenden regionalen Stoffwanderung kaum gesprochen werden kann; die Gesteine haben ihren stofflichen Bestand gewahrt und alte Gesteinsgrenzen sind mehr oder minder erhalten geblieben.

Mit der Gebirgsbildung im Zusammenhang steht die Entstehung der Zerrklüfte, die in einzelnen Regionen der Alpen schöne Kristalle enthalten. Die besonders kristallführenden Gebiete sind an die Großkuppeln gebunden, in denen sich die Längs- und die Querkulminationen treffen (Mont-Blanc-Gebiet, Aare- und Gotthard-Massiv, Hohe Tauern).

Als Einleitung zur Besprechung der sedimentären Bildungen gibt der Verf. einen Überblick über die Entstehung der Geosynklinalen und über die Sedimentationszyklen, über Transgressionen und Regressionen, ihre Ursachen und Beziehungen und über Sedimentation und Klimazonen. Es folgt die eingehende Beschreibung der Schichtfolgen der Schweizer Alpen. Sie werden ihrem ursprünglichen Ablagerungsbereich entsprechend von Norden nach Süden fortschreitend besprochen.

Die helvetische Schichtreihe ist die Schichtreihe des sogenannten Autochthons, d. h. des Sedimentmantels der Zentralmassive und des südlichen Ablagerungsraumes, der zum penninischen Faciesgebiet überleitet. Es ist die Fortsetzung des von den westalpinen Geologen Zone dauphinoise genannten Gebirgsstreifens (Helvetiden bzw. Delphiniden). Auch in der Schweiz ist eine ziemlich weitgehende Übereinstimmung von helvetischer und jurassischer Facies vorhanden. Von der Trias an ist die Sedimentation im Helvetikum durch alle Zeiten von den gewaltigen Rücken der Mont-Blanc—Aare-Massiv-Region beeinflusst. Während der Jura- und Kreidezeit lag der autochthone Bereich teilweise über Wasser, im Alttertiär wurde er vollständig überflutet, im Jungtertiär und Quartär fand seine Aufwölbung und Heraushebung statt. Der Kürze halber sind die Ergebnisse der bisherigen Forschung teilweise in Tabellen zusammengefaßt. Es folgt die Besprechung der helvetischen Bildungen; getrennt werden die des westlichen und des östlichen Schweizer Raumes besprochen — ein besonderes Kapitel behandelt das Problem des ultrahelvetischen Flynches und die Herkunft der Wildflyncheinschlüsse im Ultrahelvetikum.

Die penninischen und unterostalpinen Schichtfolgen: Diese beiden Schichtreihen zu einer großen Einheit zu verbinden, rechtfertigt sich auch vom stratigraphischen Standpunkt aus. Es sind die Verhältnisse der westlichen Schweizer Alpen noch nicht restlos geklärt: vor allem lassen sich die Beziehungen zwischen den Schubmassen der Préalpes und der Niesen-Zone und dem Walliser Deckengebirge und deren Wurzelzone noch nicht überblicken.

Die stratigraphische Einheit des Penninikums und des Unterostalpins umfaßt alle Ablagerungen der Vorlandsregion; hier gelangten zur Lias- und Doggerzeit ungeheure Mengen orogenen Sedimentes zum Absatz. In den Teiltrögen konnten sich noch jüngere Bildung absetzen. Im Süden grenzte die penninische Zone an mächtige Granitmassive, die heute in den Deckenbau einbezogen sind. Diese Massive bildeten die Schwelle gegen den ostalpin-mediterranen Faciesraum. Deshalb bildet die mesozoische Reihe der unterostalpinen Err-Bernina-Decke den Übergang zwischen germanischer und mediterraner Entwicklung. Diese Granitschwellen mußten sich bei größerem Zusammenschube bemerkbar machen und an dieser Stelle mußte wohl die erste Gliederung des Gebirges in den westalpinen und den ostalpinen Bogen erfolgen. Im vorgelagerten Muldenraum drang ophiolithisches Magma an tiefgehenden Störungen in die Schichtfolgen ein — mächtige Massen erstarrten auch als submarine Ergüsse.

Die Schichtreihen werden in regionaler Anordnung besprochen. Dadurch wird vor allem die Stellungnahme zum Problem der Zusammenhänge von West nach Ost nicht präjudiziert. Es folgt nun die Beschreibung der Stratigraphie der unter- und mittelpenninischen Decken vom Wallis, Tessin und Graubünden, z. T. tabellarisch zusammengestellt. Unter- und Mittelpennin-Einheiten im W unter der Dent-Blanche-Decke, im E unter der Margna-Decke. Alles gekennzeichnet durch eine weitgehende Metamorphose. In diesem Kapitel werden nur die wenig oder gar nicht umgewandelten Gesteine besprochen und es würde den Rahmen dieser Besprechung weit überschreiten, wollte man hier genauer berichten. Dem Niesenflysch wird ein eigenes Kapitel gewidmet. Er ist, wie der Casanenschürfling von Gasteig beweist, über penninischem Untergrund abgelagert. Unterostalpin bzw. penninische Herkunft ist also wahrscheinlicher als ultrahelvetische.

Über die Grenzen zwischen Penninikum und Unterostalpin: Die Bezeichnungen sind vor allem tektonische Begriffe. Es kommt ihnen aber auch stratigraphische Bedeutung zu, da sich die Deckenkomplexe ja durch ihre Schichtfolgen unterscheiden. Auf Grund der umfangreichen Literatur und eigener Beobachtungen kommt der Verf. zu folgenden Schlüssen:

1. Eine scharfe Abgrenzung ist in der Regel nicht möglich, da stets Zwischenglieder vorhanden sind, denen eine intermediäre Stellung zukommt.

2. Bezeichnungen wie „Penninisch“ und „Ostalpin“ sind für Zwecke der Großgliederung geschaffen worden; es wäre ein Trugschluß, zwischen Faciesbezirken scharfe Grenzen legen zu wollen, die nicht in der Natur existieren.

Die Mittelostalpinen Schichtreihen: Wenn man heute noch ein Mittelostalpin beibehalten will, so kommt als solches in Bünden nur die Zone der Arosen Dolomiten—Bergüner Stöcke—Ortler in Betracht, deren Sedimente mit den oberostalpinen nahe verwandt sind. Da sich die Bezeichnung bei den Schweizer Geologen eingebürgert hat, behält der Verf. noch den Namen bei.

Die oberostalpinen Schichtreihen: Zum Oberostalpin gehören nach dem heutigen Wissensstand jene, welche entweder dem Silvrettkristallin normal aufliegen oder mit demselben ihrer tektonischen Stellung nach in Zusammenhang gebracht werden müssen.

Es sind dies die Dolomit- und Kalkschollen des Rhätikon, die vorwiegend triasische Komplexe des Hochducan-Landwasser-Lenzerhorn-Gebietes, die Serien der Scarl-Decke (Unterengadiner Dolomiten), Ötztal-Decke und schließlich die Tschirpendecke des Plessurgebietes. Der Anteil der Schweizer Alpen an den Südalpen ist so klein, daß der Verf. bei der Besprechung dieser Schichtreihen über die Schweizer Grenzen hinausgehen muß.

Mechanismus der Gebirgsbildung: Die systematische Tektonik unterscheidet von alters her zwischen Bruch und Faltendislokation — diese Unterscheidung ist aber nur in bezug auf die Großformen der Erdrinde berechtigt. Das Studium der vergleichenden Tektonik lehrt mit aller Deutlichkeit, daß faltende, brechende, scherende und gleitende Vorgänge stets miteinander gehen und in vielen Fällen ist es nur die Größenordnung der Erscheinungen, welche uns bald die Bruchflächen, bald die Falten mehr vor Augen führt. Der Absatz über Mikrotektonik führt uns kurz in die Erscheinungen der Gesteinsgefüge ein.

Wenn auch Faltungs- und Scherflächentektonik zueinander in keinem Gegensatz stehen, so wird der Geologe doch immer die Bauteile eines Gebirges nach ihrer Erscheinungsform klassifizieren. Falten erster Ordnung wären die gewaltigen Deckengewölbe über dem Aare- und Gotthard-Massiv, die Antiklinale des Engadiner Fensters, die Halbkuppel über dem Prätigauflisch. In Mulden und Sättel gliedert sich auch der Alpenkörper in der Längsrichtung. Als Falten zweiter Ordnung können wir jene bezeichnen, die nur eine Schichtfolge betroffen haben, die schönen stehenden Falten im Jura, jene des Säntisgebirges, der Glarner Alpen, des Vierwaldstättersees. In den westlichen Schweizer Alpen wären hieher zu stellen die Falten des Harder-, Faulhorn- und Wildhorngebietes, die Préalpes-Decken usw. Den verschiedenen Faltengattungen können wir entsprechende Gleitflächenkategorien gegenüberstellen: Eine erster Ordnung ist die Unterfläche des Penninikums, solche zweiter Ordnung die Schubbahnen einzelner Decken (Säntis-Wildhorn). Gleitflächen dritter Ordnung treten in den einzelnen Decken auf und zerlegen diese in Schuppen, was vor allem bei den ostalpinen Decken der Fall ist. Außer der Gesteinsbeschaffenheit spielt auch

die Zeit eine große Rolle. Im Laufe geologischer Zeiten kann ein und dieselbe Schichtfolge von verschiedenen Dislokationen betroffen werden. Man spricht von verschiedenen Phasen der Gebirgsbildung. Aber es können auch gleichzeitige verschiedenartige Umformungen solche Phasen vortäuschen.

Entstehung der Decken — ihr Mechanismus: Es kann hier nicht auf alle Einzelheiten eingegangen werden. Der Verf. lehnt die Einteilung der Decken in Deckfalten und Deckplatten ab, da sich oft nicht mehr der Beweis für die eine oder die andere Art erbringen läßt. Es werden Einwickelungen und Rollfalten besprochen und Beispiele dafür angeführt.

Übertragung der Schubkraft: Die Übertragung des Schubes auf weite Distanzen ist eine mechanische Unmöglichkeit; das Auftreten von großen Einwickelungen und Deckenverschuppungen ließ die Annahme zu Recht kommen, daß die Bewegung des Ganzen aus dem Untergrund regeneriert werde; so zeichnet R. Staub auf seinen Alpenprofilen die großen Schubbahnen durchgehend in den kristallinen Untergrund. Eine direkte Druckübertragung ist unmöglich — man muß annehmen, daß die gebirgsbildenden Kräfte wie die Schwerkraft wirken, d. h. auf die kleinen und kleinsten Elemente einwirken. (Gleitung und Verschluckung in Verbindung mit magmatischen Unterströmungen — Haarmann, Lugeon, Ampferer.) Abschließend stellt der Verf. fest, daß Vorstellungen von primären Vertikalverstellungen oder Tangentialverschiebungen, die schließlich ein Abgleiten von Orogenzonen mit Faltengirlanden zur Folge hätten, ein wissenschaftlicher „Kurzschluß“ seien. Wir müssen für die Gebirgsbildung eine Anzahl teils tellurischer, teils kosmischer Kräfte verantwortlich machen.

Schubphasentheorien: Bezüglich des Wertes der Phasenschemata gehen die Meinungen stark auseinander. Die Phasenzahl nimmt in erschrecklicher Weise zu und es steht zu befürchten, daß eine weitere Phasenvermehrung das orogene Zeitgesetz ad absurdum führen könnte.

Für die zeitliche Gliederung der Orogenese einzelner Gebirgsbogen kann das Stille'sche Verfahren gute Dienste leisten, nur wäre es besser gewesen, die Phasen nicht nach Originalgebieten zu benennen, sondern eine stratigraphisch-chronologische Datierung zu verwenden.

Sedimentation, Faltung und Erosion: Es wird auf die Wichtigkeit des Erkennens der Erosionslücken hingewiesen, welche erst einen genaueren Einblick in die Phasen der Alpenfaltung ermöglichen (Reliefüberschiebung Ampferer's).

Betrag des Zusammenschubes im Jura und in den Alpen: Berechnungen über die Verkürzung der Erdrindenteile in der Richtung des gebirgsbildenden Schubes sind sehr schwierig, weil man ja den Betrag des Abtrages nicht in Rechnung setzen kann. Absoluter Zusammenschub = Differenz zwischen abgewickelten und gefalteten Erdrindenstreifen. Relativer Zusammenschub = Verhältnis ursprünglicher Breite zu nachträglicher Breite. Im Jura ist der relative Zusammenschub im Profil Blochmont-Grenchen 25% im östlichen Jura 38%. Bei Berechnung des alpinen Zusammenschubes sind die Fehler noch viel größer. In den helvetischen Decken ist er ungefähr 50% im W und E, in der Zentralschweiz 60%. Im penninischen-unterostalpinen kommt man auf 75 bis 85%. Auch das Längsprofil der Alpen hat eine Verkürzung erfahren. Mit dem Kapitel über Klüftung schließt der allgemeine Teil des Buches.

Im III. Teil beschreibt der Verf. die Landschaften der Schweiz. Es ist nicht möglich, im Rahmen einer Besprechung auf die einzelnen Kapitel einzugehen — es sei nur darauf hingewiesen, daß uns in äußerst anschaulicher Weise, gestützt auf eine große Literaturkenntnis und auf eine Fülle eigener Erfahrungen und Anschauung, die geologische Beschreibung der einzelnen Teilgebiete gegeben wird. (Allgemeines, geographische Gliederung des Alpenkörpers: 1. Gebirge zwischen Rhône und Drance; 2. Gebirge zwischen Rhône und Aare; 3. Gebirge zwischen Aare und Reuß; 4. Gebirge zwischen Reuß und Rhein; 5. Die Walliser Alpen; 6. Das Gotthard-Massiv von E. Niggli; 6a. Das Tavetscher Zwischenmassiv (Niggli); 7. Die Tessiner Alpen; 8. Die Rhätischen Alpen; 9. Die schweizerischen Südalpen.) Ein Literaturverzeichnis von 23 Seiten ist eine wertvolle Ergänzung und umfaßt vor allem die neueren Erscheinungen. Einige schöne Bildtafeln zeigen uns die geologischen Züge im morphologischen Antlitz der Berge und ein Tektonogramm gibt in großen Zügen den Bau der Schweizer Alpen wieder.

Marta Cornelius.

**K. Mägdefrau: Paläobiologie der Pflanzen.** Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage, XII und 438 Seiten, 321 Abbildungen im Text. Jena (Verlag von G. Fischer) 1953. Halbleinen DM 28.—

Die erste, von J. Pia in dieser Zeitschrift (Bd. 34, S. 208) besprochene Auflage dieses Buches erschien im Jahr 1942. Mitten unter den schwierigen wirtschaftlichen Verhältnissen, die der Krieg mit sich gebracht hatte, war sie nach kaum einem Lustrum vergriffen. Dies zeigt, wie sehr das Werk nicht nur im allgemeinen als handliche Einführung in die Paläobotanik einem Bedürfnis entgegenkam, sondern auch durch die ganze Art, in der es seinen Stoff darbot, sich Beifall erwarb.

Das Buch macht es sich zur Aufgabe, die vorzeitlichen Pflanzen in ihren Beziehungen zur Umwelt darzustellen. Einige einleitende Kapitel behandeln die Erhaltungsbedingungen und -zustände der fossilen Pflanzen, dann die Rolle derselben als Gesteinsbildner und das Allgemeine über Lebensräume, Beziehungen zum Klima und verwandte Fragen. Die Pflanzen selber, ihren Bau und ihre Lebensweise, führt uns der Verfasser nicht nach Art eines systematischen Kompendiums vor; vielmehr geleitet er uns (indem er O. Abel's bekanntes Buch „Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit“ sich zum Beispiel nimmt) an die Quellen des paläobotanischen Wissens, an die Fundplätze der vorzeitlichen Pflanzen heran. Er läßt aus dem Fundmaterial unter Rücksicht auf die jeweiligen örtlichen sedimentpetrographischen und geologischen Verhältnisse ein Lebensbild nicht nur der einzelnen Pflanzenformen, sondern ganzer Lebensgemeinschaften vor unseren Blicken erstehen. Der Leser lernt auf diese Weise eine Reihe ausgewählter, für die paläobotanische Forschung bedeutsamer Lagerstätten mit ihrem Fossilinhalt kennen. Es werden, von wenigen Ausnahmen abgesehen, nur auf dem Boden Deutschlands befindliche Fossilplätze vorgeführt; doch sind die Beispiele — alle Formationen vom Devon an umfassend — in chronologischer Folge derart zusammengestellt, daß sie in ihrer Synthese ein anschauliches Gemälde vom erdgeschichtlichen Werden der gesamten Pflanzenwelt darbieten. Alle wichtigen Pflanzengruppen kommen gleicherweise zur Sprache. Außer ihrem Aufbau und ihrer Lebensweise lernen wir auch ihre chorologische