

hänge das charakteristische, im folgenden Zwischenstadium werden sich die beiden Wirkungen kompensieren, aber noch asymmetrische Scheiderücken vorhanden sein, im zweiten Stadium ist die Asymmetrie bereits umgekehrt und die *Luvseite* die steilere. — Bei den jungen und schnell fließenden Flüssen Galiziens ist nun die mittelbare Windwirkung ausgeschlossen und war es noch mehr in der Vergangenheit. Es müssen also die Ostwinde die in Betracht kommenden gewesen sein, während heute Westwinde herrschen. Da aber die Asymmetrie auch unter der Lößdecke vorhanden ist und der Löß von Galizien postglazial ist, muß die Asymmetrie im jüngeren Pleistozän entstanden sein, für welche Zeit tatsächlich Ostwinde als herrschend angenommen werden müssen. Es ist also die Asymmetrie der galizischen Täler aus der Zeit der herrschenden Ostwinde auf die Gegenwart vererbt worden. Dieselbe Orientierung und dasselbe Alter, nämlich älter als die Lößbedeckung, hat die Asymmetrie auch an zahlreichen Flüssen Mitteleuropas und dürfte auch dort durch die einstmals herrschenden Ostwinde entstanden sein. Diese Flußtäler sind infolge ihrer Jugend erst bis zum ersten Asymmetriestadium gelangt; die südrussischen Flüsse haben wegen ihres höheren Alters bereits das zweite Stadium teilweise erreicht. Dazu kommt, daß in Mitteleuropa wegen der Veränderung der herrschenden Windrichtung der Asymmetriezyklus unterbrochen wurde, während er in Südrußland bei gleichgebliebenen Ostwinden sich auch heute noch fortentwickeln kann. *Machaček*

Europa

Während der letzten Jahre wurde von verschiedenen Geologen der Versuch unternommen, die **Struktur der Alpen** in übersichtlicher Weise darzustellen. Die meisten der betreffenden Arbeiten verfolgten das Ziel, dieses Gebirge nach den Gesichtspunkten der neuen „Deckentheorie“ in ein System großer, nach Norden gewälzter, liegender Falten oder Überschiebungsdecken zu gliedern und auf diese Weise ein möglichst einheitliches Bild seines Bauplanes zu erhalten. Demgegenüber sucht **Frech** in der vorliegenden Darstellung¹⁾ die tektonischen Eigenarten der einzelnen Gebirgsteile hervorzuheben und sie in Beziehung zu ihrer sehr mannigfaltigen geologischen Vorgeschichte zu bringen.

Die Alpen sind aus drei, in ihren Strukturformen wesentlich verschiedenen Hauptteilen, den westlichen, den nordöstlichen und südöstlichen Alpen zusammengeschweißt. Aus diesem Grunde zog der Autor bei einzelnen Kapiteln seiner Arbeit auch andere Alpengeologen zur Mitwirkung heran, so K. Diener für manche Abschnitte der Ostalpen, W. Kilian für den französischen Gebirgsanteil, H. Schardt für die Schweiz, und machte dann den eigenartigen Versuch, eine Art Kompromiß zwischen den oft widerstreitenden allgemeinen Anschauungen durch möglichste Lokalisierung der Schlußfolgerungen zustande zu bringen.

In großen Teilen der Ostalpen spielen karbonische, dyadische und kretazische Gebirgsbildungsphasen eine wichtige Rolle; die tertiäre Haupt-

¹⁾ Fritz Frech: Über den Gebirgsbau der Alpen. Petermanns Geographische Mitteilungen. Gotha 1908. Heft X, XI, XII. Mit tektonischer Übersichtskarte, Profilen und Ansichten.

faltung erfolgte im höheren Oligozän und untersten Miozän, nur in den südöstlichen Gebirgstheilen (Krain) dauerten diese Bewegungen bis in das Pliozän an. In den Westalpen fallen die älteren Faltungen nur zum Theile mit jenen des Ostens zusammen; die für das jetzige Gebirgsbild entscheidenden Bewegungen gehören dem oberen Miozän und dem Pliozän an, so daß dort die jungen Bildungen des Vorlandes oft zu beträchtlichen Erhebungen aufgestaut sind.

Das größte Ausmaß zeigt die Faltung in den Schweizer Alpen, bei deren Darstellung Frech im wesentlichen den Anschauungen von Schardt, Lugeon u. a. folgt. Er nimmt also gleichfalls an, daß die äußeren Gebirgszonen aus einem System übereinanderliegender Faltecken bestehen, deren bedeutendste (Préalpes und Klippen) ihre Wurzeln im Inneren des Gebirges haben, allerdings nicht so weit, als die extremsten Vertreter dieser Richtung annehmen. Für die besonders große Intensität der Faltung im schweizerischen Alpen-Abschnitt spricht der Umstand, daß die Bewegung noch über die Hauptregion des Gebirges hinausgriff und den vorliegenden Kettenjura schuf.

Mit der Umbiegung in die nordsüdliche Richtung, welche die französischen Alpen auszeichnet, läßt die Heftigkeit der Bewegung nach, die Spuren der großen Überfaltungen gehen allmählich verloren (W. Kilian).

Viel stärker noch sind die Veränderungen östlich der Rheinlinie. Die Flyschzone stellt zwar die direkte Fortsetzung der Schweizer Hochgebirge dar, zeigt aber in Vorarlberg (Bregenzer Wald), wo sie noch deutlich die helvetische Gesteinsentwicklung besitzt, nur einfache Falten, ähnlich wie im Westen die subalpinen Ketten Frankreichs.

Die nördlichen Kalkalpen des Ostens sind bekanntlich in der Formationsentwicklung und Struktur von den äußeren Zonen der westlichen Hochalpen gänzlich verschieden. „Das staffelförmige, schiefwinklige Ausstreichen der kretazisch-jurassischen Schweizer Alpen ist schon seit langem bekannt. — Es liegt also näher, auch das Verhältnis zwischen Schweizer und Bayerischen Kalkalpen so zu deuten, daß die faltende Kraft schräg gegen die Außenseite wirkte; demnach lösen auch hier die staffelförmig angeordneten, aus verschiedenem Material bestehenden Alpenzonen einander ab“ (S. 274).

Die Nordtiroler Kalkalpen zeigen noch den vorherrschenden Falten- und Schuppentypus, wenn auch in weit geringerem Grade als die nord-schweizerischen Gebirge. Östlich der Ache von St. Johann in Tirol überwiegt aber auf weite Strecken der Plateautypus (z. B. Salzburger Kalkalpen, Dachstein), in welchem steile Brüche den Bau bestimmen; die Schuppen- und Faltenstruktur beschränkt sich auf einzelne Zonen. Gegen die oft geäußerte Anschauung, daß die nördlichen Kalkalpen als wurzellose, auf der Flyschzone ruhende Masse aufzufassen sind, welche aus der Region des Drautales über die Zentralalpen geschoben wurde, werden an verschiedenen Stellen der Arbeit Argumente beigebracht. Ein besonders schwerwiegender Gegenbeweis knüpft sich bekanntlich an die Lagerung der Gosauschichten, welche in manchen Theilen der östlichen Voralpen mit Flysch verschmelzen und weiter im Inneren des Gebirges auf sehr verschiedene Bildungen der Kalkzone und Zentralzone diskordant übergreifen.

Auch die paläozoische Schieferzone und die kristallinische Zentralzone bilden in mancher Hinsicht eine Eigenart der Ostalpen; es fehlt

die eigentümliche Zweigliederung der Zentralmassive in einen inneren Gürtel (Monte Rosa) und äußeren Gürtel (Mont Blanc), welche in den Westalpen durch die Sedimentärzone des Briançonnais herbeigeführt wird.

Die stark zerbrochenen und auch von Überschiebungen zerschnittenen Denudationsreste mesozoischer Gesteine in den östlichen Zentralalpen haben einen Faziescharakter, welcher sie von den Bildungen der nördlichen und südlichen Kalkzonen unterscheidet; bezeichnend ist in vielen Fällen die lückenhafte Ausbildung.

In den südöstlichen Kalkalpen dominiert der Bruchcharakter, der nach Frech in Zusammenhang steht mit der zur Karbonzeit erfolgten Faltung des „paläokarnischen“ Gebirges und der dadurch hervorgerufenen Versteifung des Untergrundes. Das Auftreten von gewaltigen intrusiven und eruptiven Gesteinsmassen aus der Perm-, Trias- und Tertiärzeit trägt besonders zur Eigenart der südlichen Zonen bei und nimmt den Ostalpen vollends den Schein des symmetrischen Baues.

Die dinarischen Gebirge, welche sich an die Südalpen anschließen und von vielen Geologen mit ihnen vereinigt werden, sind trotz des übereinstimmenden Gesteinscharakters als selbständiges tektonisches Element abzutrennen.

Interessant ist die Erscheinung, daß mit der Verbreiterung der Alpenzone gegen Osten der reine Faltengebirgscharakter zurücktritt, „vertikale Bewegungen gewinnen schließlich das Übergewicht über die faltenden und überschiebenden Kräfte“. So haben die Inselgebirge in der ungarischen Ebene Schollencharakter und ruhen wahrscheinlich einem alten ungarischen Massiv auf.

Frech kommt zum Ergebnisse, daß in den Alpen weder eine einheitliche Bewegungstendenz, noch einheitlicher Bewegungstypus vorhanden ist, und daß auf engem Raume sehr verschiedenartig gebaute Gebirgsstücke zusammentreffen. „Die Klippen der Nordschweiz, wie Mythen und Schien, bilden landschaftlich ein Ding für sich, und die mehrfache Verfaltung zwischen Gneis und Jurakalk oder die große Glarner Überschiebung kehrt ebensowenig im O. wieder, wie etwa die Schollengebiete Südtirols und Salzburgs oder der enorme Bruch des Gailtals oder Judikariens im Bereiche der Westalpen.“

Es muß freilich betont werden, daß Frechs Übersicht des Alpenbaues noch in vielen Stücken der Korrekturen bedarf, wie es bei der Schwierigkeit der Probleme nicht anders möglich ist. Es ist aber kaum zu bezweifeln, daß sein Grundgedanke: die Entwicklungsgeschichte und Strukturform der einzelnen Gebirgszonen stärker zu berücksichtigen als die Folgerungen einer Theorie, der Klärung tektonischer Fragen nur förderlich sein kann.

Dr. Franz Kossmat