

Über die Strukturen der orokinetischen Narbenzone

Mit 12 Abbildungen.

Von Ernst Kraus, München.

Einleitung.

Der geosynklinale Bewegungsablauf in den Mutterstätten der großen Einengungsgebirge, der „Orogene Zyklus“ also, ist nur ein Teil, freilich ein sehr typischer und zielstrebigter Teil des Oberbegriffes der „Orogenese“. Jene in Geosynklinalen besondere und die Einheit des „Orogens“ bildende Ereignisreihe stimmt sehr oft nicht überein mit dem Höchstmaß der Vorgänge, das wir mit H. STILLE als „alpinotyp“ bezeichnen. Daher hat es sich empfohlen, der germanotypen Orogenese und der Bewegungsart der Kontinente („Epirokinese“ bzw. „Epeiroporese“) den Begriff der „Orokinese“ für den orogenen Zyklusablauf gegenüberzustellen.

In Anlehnung insbesondere an L. KOBER verstehen wir unter „Narbe“ die median im Generalstreichen eines normalen, zweiseitig auswärts vergenten Orogens in großer Tiefe gelegene Bewegungs- und Strukturzone. Die Narbe ist also der tiefliegende mediane Längsraum der Geosynklinalen.

Gemäß der Vorstellung der Unterströmungstheorie findet in ihm ein starker und durch Jahrmillionen — wenn auch mit manchen Unterbrechungen — fortdauernder Massenschwund statt. Wegen der Massenerfüllung des Untergrundes und der überwiegenden Absenktendenz der Geosynklinalen muß die abrückende Masse zunächst nach abwärts, dann aber unter beiden Orogenseiten, den „Flanken“, mehr oder weniger horizontal seitwärts und endlich irgendwo aufwärts abwandern. Diese Vorstellungen ließen sich ableiten aus den typisch-geosynklinalen Vorgängen, welche zunächst über dem Narbenraum beginnen und dann auswärts migrieren. Tektonisch ließen sie sich folgern aus den Strukturen gerade im Wirkungsbereich der orokinetischen Narbenzone.

Die Stellungnahmen der Tektoniker zu diesen Folgerungen zeigen, daß man heute zwar der erstmals von Otto AMPFERER 1906 ausgesprochenen Grundidee der Unterströmungsvorgänge oder der „Verschluckungszone“ grundsätzlich immer mehr zustimmt. Manche gute Beobachter aber stoßen sich noch daran, daß die Außenteile der intakten Orogene, ihre „Flanken“, mit wechselnder Intensität wohl von innen nach außen, also in der Rich-

tung ihrer Migration vergieren, daß jedoch der Bau der Medianzone über der Narbe im Streichen überaus mannigfach aussieht. Es fehlt vielleicht noch etwas an der Übung, sich den Bildungsvorgang baugeschichtlich — kinetisch — vorzustellen.

Die Unterströmungstheorie ist in den Alpen, dem bestbekanntesten Geosynklinalgebirge der Erde, entstanden. So sei zum Jubiläum meines hochverehrten Freundes Raimund von KLEBELSBERG zu THUMBURG, der sich auch um die Alpengeologie speziell seiner Tiroler Heimat so sehr verdient gemacht hat, versucht, auch durch Beispiele hauptsächlich aus den Alpen zu zeigen, daß jene tektonische Mannigfaltigkeit der Narbenzonen auf deren einheitlich kinetischer Tendenz beruht und durch sie verständlich wird. Dies trotzdem viele andere Geosynklinalgebirge ungleich einfacher gebaut sind.

Wir betrachten zunächst die Haupttypen der Narbenstruktur und dann deren starke Störung in der Schweiz.

I. Die Haupttypen der Narbenstruktur.

Die Medianzone zweiseitig auswärts vergenter Großstrukturen wurde von H. STILLE als „Scheitel“ bezeichnet, wobei der „Alte Scheitel“ des asiatischen Gebirgsbaues bei Eduard SUESS als eine erste ähnliche Bezeichnung zu nennen wäre. Wir können etwa vier Haupttypen solcher Medianstrukturen unterscheiden:

1. den verhältnismäßig ruhigen Scheitelbau;
2. den median stark gestörten Scheitelbau;
3. die Fächerfalte und die mediane Steilstellung;
4. migmatitische Strukturen mit magmatischen Aufstiegen.

Von großer Bedeutung sind die steilen, tiefreichenden und narbenuah fortziehenden „Narbenschnitte“. Es sind „Grenzspuren“ (E. WEGMANN 1953).

Es wird sich zeigen, daß die Narbenstrukturen variieren müssen, je nach dem jeweils aufgeschlossenen Baustockwerk, also in Abhängigkeit von der axialen Hebung oder Senkung und von der wechselnden Erosionstiefe. Diese Erscheinungen gehören zu dem vom Verfasser 1921, 57, aufgestellten Begriff der „Tiefentektonik“ und zu deren Stockwerksstil.

Begründende Beobachtungen sind in den zitierten Schriften enthalten.

1. Der verhältnismäßig wenig gestörte Scheitelbau.

(Vgl. Abb. Profil 1—7.)

Profil 1. Ein schönes Beispiel eines ruhigen, divergenten Scheitelbaues über einer orokinetischen Narbe konnte 1936 (280, 286 ff. und Alpenquerschnitt VIII Wienerwald—Semmering—Krain) erläutert werden. Es handelt sich um das in Abb. 1 gebrachte Profilstück der beiderseits außenvergenten

Steiner Alpen. Ihr Mesozoikum ist von N und von S durch Miozän unterschoben. 3 Unterschiebungsflächen im S, 2 im N vermittelten diesen Vorgang. Der Bau kann im Streichen weithin und unschwer, z. B. durch die Julischen Alpen, verfolgt werden.

Eine Ungleichseitigkeit bildet dabei die steile Aufpressung der schmalen, aber langen kristallinen Mauern, z. T. mit Carbon, von Koschuta—Eisenkappel, zwischen welche Tonalit und junger Andesit emporgestiegen ist. Dieses narbennahe Scheitellineal, das im Streichen mehr als 100 km weit anhält, wird im N begrenzt durch einen noch viel weiter fortstreichenden Narbenschnitt. Solche narbennah, annähernd generalstreichenden, Hunderte von Kilometern fortziehende Störungsflächen konnten ja in allen besser bekannten Orogenen der Erde nachgewiesen werden. Ihre Bedeutung freilich, die u. a. auch eindeutig gegen die alleinige Horizontaldruckentstehung der Faltengebirge spricht, wird erst im Zusammenhang mit der Unterströmungstheorie verständlich. Diese steilen Schnitte treten auch in unseren Alpenprofilen immer wieder auf und erweisen sich als verknüpft mit der primären orokinetischen Mechanik. Auf S. 122 kommen wir auf dieses Problem zurück.

Profil 2. So treffen wir die tendenzmäßige Fortsetzung unseres Narbenabschnittes in dem 110 km WNW gelegenen Profil 2 dort wieder, wo das Paläozoikum der Karnischen Alpen nordwärts durch den langen Gailtal-Fruch scharf abgeschnitten wird.

Der von N und von S her unterschobene Scheitelnarbenbau des Südalpen-Orogens ist hier im Streichen von den Steiner Alpen über die Julischen Alpen wesentlich breiter geworden. Unter ihn fallen von N ein die Schieferhülle der Hohen Tauern, die Glimmerschiefer im Zuge der südlichen Grauwackenzone und der „Alten Gneisse“, sowie — narbennah noch steiler — das durch Teil-Längsschnitte so steil und scharf zerschnittene Mesozoikum der Lienzer Dolomiten (M. CORNELIUS-FURLANI). Von S schoben sich unter den schwebenden, narbennahen Bau des Mesozoikums zwischen Julischen Alpen und Südtiroler Dolomiten (R. v. KLEBELSBERG 1935) Schuppen von Jura, Senonflysch und Senon nordwärts hinab. Das längs zugeschnittene, 160 km lange Variszikum der Südlichen Grauwackenzone — ähnlich zugeschnitten, wie die Kitzbühler Nordgrauwackenzone mit ihren Quetschlinen bis gegen den Arlberg — setzt in den Karawanken und Karnischen Alpen die alten Mauern von Eisenkappel gegen WNW (Brunneck) in der Pustertal-Linie fort. Hier liegt der fast 300 km lange, scharf beschnittene Keil eines typischen älteren „Narbenmassivs“ inmitten des alpidischen Einengungsfeldes.

Profil 3. Wir sahen die starke Verbreiterung der Narbenstruktur im Streichen von der ostwärts abflauenden Südalpeneinengung (Profil 1) gegen

W (Profil 2). Ganz ähnlich schwillt die mediane Scheitelnarbenbreite z. B. an von dem westlichen Randprofil 3 durch das Pyrenäen-Orogen ostwärts gegen sein zentral gelegenes Profil 4. Unser Doppelprofil von Igounee, das Fr. LOTZE 1934 zu danken ist, stellt eine „autochthone“, d. h. an Ort und Stelle gebliebene, jedoch von beiden Seiten, den Flanken der westlichen Pyrenäen, unterschobene „Klippe“ dar. Die Größenordnung ihrer Breite liegt etwa bei 5 km. Die salinar durchsetzte, also auch diapir (Fr. LOTZE 1955) besonders bewegliche Keuperfazies dürfte hier die Bewegung begünstigt haben. Dieser Keuper vermochte dem abwärtigen Geosynklinalzug der Narbe, der einst hinabsaugenden Verschluckungszone, hinab unter das massivere Paläozoikum, leichter Folge zu leisten. So wurde die paläozoische Scholle nach oben ausgeschoben. Sie entzog sich in Richtung auf die druckfreiere Erdoberfläche der Tiefenzange. Damit wurde sie zum „Narbenmassiv“.

Profil 4. Ungleich breiter, nämlich zu rund 20 km, schwoll — bei kinetisch gleichbleibender Tendenz — im zentralen Hauptbezirk der pyrenäischen Geosynklinalneigung die mediane Narbendecke des Orogens ostwärts an. Profil 4 (aus 1951, Taf. IV, Abb. 49) zeigt sie mit ihrer kristallinen und paläozoischen Zentralzone. Ihr sind von N unterschoben die mesozoisch bedeckten Teilmassive, von S die bekannten, auch die Kerndecke unterteufenden mesozoischen Decken der Pyrenäen-Südflanke.

Profil 5. Sehen wir uns typische Profile der nördlichen Kalkostalpen an, so fällt auch hier die Mannigfaltigkeit des Narbenbaues trotz verhältnismäßig geringerer Komplikationen auf. Unser 70 km westlich von Wien gelegenes Profil 5 (1936, 255 ff., Taf. IV) zeigt über den von N her folgenden Einheiten der Flyschzone, der Frankenfelsler und der Lunzer Decke die von E. SPENGLER so schön herausgearbeiteten, parautochthonen („vor-alpinen“) Otscher-Decken (Annaberg-, Reisalpen-, Unterberg-, Göller-Decke). Ein vorgosauisch eingeklemmter Schubkeil der juvavischen Puchberg—Mariazeller Linie trennt davon die etwas kompliziertere Narbendecke ab. Es ist die teils vorgosauische, teils nachgosauische oberste („hochalpine“) Mediandecke mit der mächtigen, steifen Hochschwabbriffplatte, die östlich über Veitschalpe—Schneealpe als „Schneebergdecke“ hinauszieht zur Hohen Wand, Richtung Baden bei Wien. Als „Lachalpendecke“ wurde sie schon wesentlich vorgosauisch ausgeschoben. Ihrem Nordrand aber und der kalkalpinen Sockeldecke mit der Nordgrauwackenzone unterschob sich nachgosauisch die ganze geschuppte Nordflanke.

Südflanke. In gleicher Weise schoben sich nordwärts der Narbendecke unter

1. die Grauwackendecken: die obere „Norische“ Decke und die untere „Veitscher“ Decke mit Troiseckzug und Drahtenkogllippe. Darunter

2. die Semmeringdecken der Zentralalpen: die obere „Kampalpen“- bzw. „Stürzerkogel“-Decke und die untere „Pretul“-Decke.

Es wurde behauptet, daß diese Decken bereits variszisch verschoben worden wären. Sie seien daher den erst mesozoisch geschobenen Decken der Nordflanke nicht mechanisch gleichwertig. Aber weil nach H. P. CORNELIUS die hangende Rauhwacke der Kampalpendecke offenbar karnisch ist und das oberste, auch noch mit unterschobene Schichtglied der Pretuldecke gleichfalls zur Trias gehört, können diese Semmeringdecken nur post-triadisch (nach einem Rhätvorkommen), also erst mesozoisch unterschoben worden sein.

Es ist lange bekannt, daß variszische Strukturen alpidisch neu bewegt oder von alpidischen Schubflächen zerschnitten wurden. Sollten gerade auf dem Blatt Müzzuschlag, wo man mangels einer triadischen Auflage auf der Veitscher Decke das mesozoische Alter der über sie hinwegschneidenden Norischen Unterschiebungsfäche leugnete und ein variszisches annahm, davon eine Ausnahme gemacht worden sein? Variszisches Alter erscheint auch bei der Norischen Schubfläche deshalb sehr unwahrscheinlich, weil diese — nordunterschiebend — dieselbe mechanische Tendenz nordwärts fortsetzt, welche die mesozoisch nordwärts unterschiebenden Semmeringdecken unmittelbar daneben großzügig genug beweisen.

Der Mangel an mesozoischen Zwischenschichten unter der Norischen Unterschiebungsfäche hängt offenbar damit zusammen, daß, wie auch die dortige Neigung zur Metamorphose zeigt, die alpidischen Hauptbewegungsfächen hier in einem tieferen Stockwerk aufgerissen wurden als in dem uns in der Nordflanke aufgeschlossenen Niveau. Die Südflanke wurde ja tiefer hinab abgetragen, weil sie an dem Spätaufstieg der Zentralalpen erheblichen Anteil hatte.

Unserer Vorstellung gegenüber kann also nicht eingewendet werden, daß die Innentektonik der in die Südflanke mit einbezogenen Erdrinde zum großen Teil schon variszisch ist. Vielmehr gehören die sie durchschneidenden Schubflächen eben dem typischen alpidischen Bewegungssystem an. Oft genug erweisen sich in diesem die variszischen Bauschollen gewaltig beschnitten, gerade auch die narbennäheren. Mächtige Sockelmassen sind in die Tiefe abgewandert, aber auch hangende Anteile wurden verschluckt. So wurde durch alpidische Narbenschnitte die ganze Westfortsetzung der Nordgrauwackenzonen im Zuge des Unterinntales oder jene der Südgrauwackenzonen im Zuge des Pustertales bis auf letzte Linsen und schließlich völlig aus dem gegenwärtig aufgeschlossenen Niveau entfernt. So entstanden verständlicherweise Kontakte mit durchaus nicht zusammenpassenden Schollen. Daher entfällt auch der Einwand von CORNELIUS 1951, 95, hinsichtlich der

sonderbaren Nachbarschaft von Schneebergdecke und Puchberg—Mariazeller Linie.

Zur Anmerkung 2 auf gleicher Seite bei CORNELIUS sei bemerkt: Wenn mit dem angenommenen Schub der Decken oben deren Mindestförderweiten nicht erklärbar sind, weil sie mit den Gesetzen der Mechanik, mit der Festigkeit der Gesteine nicht vereinbar sind, so dürfte daran nicht die Unrichtigkeit der experimentell bestätigten Gesetze schuld sein. Wohl aber löst sich dieser Widerspruch ganz, sobald man sich entschließen kann, liebgewordene Vorstellungen aus einer geologischen Jugendzeit zu verabschieden zugunsten der von Otto AMPFERER vor nunmehr bereits 50 Jahren angedeuteten Deutungsmöglichkeiten der Unterströmungstheorie. Dann haben wir eben unsere Unterschiebungen.

Profil 6. Daß aber die in Profil 5 angenommene gegenseitige Verspießung der vor- und der nachgosauischen Deckschuppen berechtigt ist, das kann aus unserem Profil 6 ersehen werden, das 150 km westlicher als Profil 5 liegt. Hier hat ja in der streichenden Verlängerung im Salzkammergut E. SPENGLER die gewaltige Schuppenstauung und Zerschollung vor- und nachgosauischer Einheiten zwischen Grauwacken- und Flyschzone ausgezeichnet wiedergegeben. In diesem Schichtstapel haben primäre Gleitzwischenlagen und vorgosauische Schuppen bei der nachgosauischen und alttertiären Einengung ein gestautes Scherbenwerk erzwungen. Die Narbendecke mußte hier in Stücke gehen. Außerdem entwurzelte im Profil 6 die nordwärts hinabrückende Untere und Obere Schieferhülle das zentral-alpine Mesozoikum der Radstädter Decken und schleppte es, dem Sog der Nordalpennarbe folgend, hinein unter den Grauwackensockel der nördlichen Kalkalpen.

Es wurde die Richtigkeit der Narbenentwurzelung zugleich aus S und N von einigen Bearbeitern (E. SPENGLER 1939, H. P. CORNELIUS 1939, 1940) davon abhängig gemacht, ob man in der streichenden Fortsetzung median, dort, wo eine solche Decke aufhört, unter ihr die senkrechte Verschluckungsspur findet oder nicht. Man fand sie median nicht und lehnte die Deutung daher ab. Man vergaß dabei die mehrphasige Tektonik, daß nach einer solchen Ausschabung der Narbendecke unter ihr — die selbst durch Aufstau oben festlag — noch weitere Horizontalbewegungen geschahen. Diese verlagerten die Spur der Verschluckungsnarbe in diesen Fällen relativ nördlicher, so daß sie heute als gewöhnliche, weniger steile Deckenschubfläche erscheint. Dies hat H. P. CORNELIUS 1951, 95, übersehen, als er noch immer glaubte, meine Ablehnung (1936) der Ultradecken für unberechtigt halten zu müssen.

Profil 7. Hier geht der Bau der steiler (am Pinzgau in den nördlichen Hohen Tauern) oder flacher nordwärts unter die Nordgrauwacke und

die Quarzphyllite hinabgeschuppten Südflanke des Nordalpen-Orogens auf unserem Unterinntalprofil 7 weiter. Nur ist hier längs der Narbenschnittzone ab Schwaz im Unterinntal die Kitzbühler Grauwackenzone über Tag bereits verschluckt. Von dem zentralalpinen Mesozoikum ist, wenn man von der offenbar mehr südlich beheimateten Schieferhülle absieht, nur noch das Tarntaler Schuppenpaket übriggeblieben. Auch vermißt man eine Berchtesgadener Triasfazies am kalkalpinen Südrand.

Aber im N der Unterinntaler Narbenschnitt-Talung türmt sich über die Lechtalstammdecke die Inntaldecke, entsprechend ihrer dicken Iadnischen Kalkplatte in mächtigen, ziemlich plumpen Falten. Die Decke hat sich vielfach abgelöst längs ihrer salinaren Haselgebirgsunterlage der Skythischen Stufe. Da sie beiderseits, von S und von N her unterschoben ist, erscheint hier die Inntaldecke als „Narbendecke“. Doch vereinigt sie sich nicht nur in den Lechtaler Alpen, sondern auch gegen das Karwendel zu mit der Lechtaldecke, die sie also dann seitlich fortsetzt. Wie wir im O der Wettersteinsmasse sehen, werden die Trennfugen zwischen beiden Decken immer unbedeutender und verschwinden, weshalb ja auch die Fazies beider Einheiten keine wesentlichen Unterschiede erkennen läßt. Man wird somit folgern müssen, daß die Inntaldecke nichts anderes ist als ein in ihrem Verbreitungsgebiet nach oben dank seiner massiven Karbonatplatte und deren Widerstand gegen die Verschluckung ausgeschobenes Innenstück der Lechtaldecke. Dessen Sockel aber versank, abgeschert zumeist in dem Werfener Haselgebirge (Hall i. T.), hinab in die Narbentiefe des Nordalpen-Orogens. Die vom Verfasser 1943 nachgewiesene (aus Kriegsgründen publiziert 1949) und von M. RICHTER u. R. SHOENENBERG 1955 (vorgetragen in Tübingen 1953) bestätigte Verankerung der Inntaldecke an der Lechtaldecke läßt auch für westlichere Profile keine andere Deutung mehr zu. E. SPENGLER hat 1950 eine neue Abgrenzung der „Inntaldecke“ gegenüber der die Priorität besitzenden Umgrenzung O. AMPFERER's vorgeschlagen. Dies erscheint nicht notwendig. Es wird die obere Schuppe „B“ der Lechtaldecke als „Inntaldecke“ bezeichnet, was nur die Tatsache erneut beleuchtet, daß die Deckschuppen der Nördlichen Kalkalpen da und dort aneinanderhängen. Die vom Verfasser erkannte Narbendeutung übernahm E. SPENGLER und hielt nur einige örtliche Abänderungen für erforderlich. Diese bleiben so lange Auffassungssache, bis es gelingt, am besten wohl geophysikalisch, neue Anhaltspunkte zu gewinnen.

Aus alledem ergibt sich die von zahlreichen Ostalpengeologen schon öfter ausgesprochene Parautochthonie der kalkostalpinen Decken. Hatte sich doch auch die Suche nach einer südlicheren Herkunft („Einwurzelung“) der oberen kalkalpinen (oberostalpinen) „Ultradecken“ als vergeblich erwiesen.

2. Der median stark gestörte Scheitelbau.

Profil 8. Die Asymmetrie bisher besprochener Alpenprofile (2, 4, 5, 6, 7) geht zur Hauptsache zurück auf die junge, nachhypogene Heraushebung und tiefe Entblößung der Zentralalpen. 90 km westlich von Profil 7 zeigt unser Profil 8 zwar auch noch dieselbe Ungleichseitigkeit, aber außerdem noch an Stelle der im O mehr oder weniger normal unter dem kalkalpinen Mesozoikum folgenden Nordgrauwackenzone im Zug der fortsetzenden Landecker Quarzphyllite die kristalline Silvrettadecke. Am Arlberg erweist sich diese nicht als normale Sockelunterlage der kalkalpinen Lechtaldecke, sondern sie ist deren Mesozoikum steil angepreßt. Erst südlich vom massiven Silvretta-Alt-kristallin folgt am Unterengadiner Fenster wieder die nordunterschuppende Folge der zentralalpinen Decken: der penninischen Bündener Schiefer und des neuen, aus der SO-Schweiz stammenden Unterostalpins. Mit ihrem Nordrand nahe der nordvergenten Flanke, mit ihrem Südrand an der südvergenten Flanke des Nordalpen-Orogens erweist sich die kristalline Silvrettaplatte als typisches „Narbenmassiv“. Aus N und aus S unterschoben, ersetzt es, höher gestaffelt und daher von Mesozoikum entblößt, den ausgeschobenen mesozoischen Scheitelbau anderer Profile.

In Fortsetzung der Narbenschnittzone des Unterinntales ist gegen W die Nördliche Grauwackenzone, also der Normalsockel der kalkalpinen Lechtaldecke, nach abwärts verlorengegangen bis auf ganz wenige, letzte Scherlinge (O. AMPFERER). Dafür rückte „relativ von S“ die Silvrettadecke heran und hob sich stark.

Dieser gegen W wachsende Massenverlust nach unten wie auch die gesteigerte Aufpressung im Scheitelbau: beide sind Anzeichen für eine westwärts zunehmende Einengung; es vergrößerte sich abwärts das verschluckte Volumen und aufwärts die Ausschabungstendenz.

Profil 9. Trifft gleiches westwärts zu auch für die Südalpennarbe? Profil 9 scheint dies zu bestätigen, zumal schon das an der Ost-Westalpengrenze im S des Bodensees 1936 gezeichnete Profil ähnliches verrät. Hebt sich doch hier das meist steilgestellte Altkristallin im Bereiche der Südalpennarbe (früher der „Racines internes“) vom Veltlin an gegen den südlichen Lago Maggiore axial immer breiter und höher empor. Tief hinabschneidende Narbenschnitte ermöglichten hier später die Aufstiege von Granit (Bergell) und Tonalit. Aber diese können nicht den außerordentlichen abwärtigen Massenverlust der vorherigen, hypogenen Einengungs- und Senkungszeiten des Hinabbaues unkenntlich machen. Viel steiler als bei geringerer Einengung ist hier die Stellung der Hauptbewegungsbahnen und der Einregelungsflächen. Aber noch immer ist die Unterströmungsrichtung unter den Flanken narbenwärts, also die Divergenz, erkennbar. Mit der axialen Heraushebung der Narbenstruktur verband sich eine tiefreichende Abtragung, so

daß hier an der Insubrischen Linie die Längstflucht des Veltlins weiterzieht. Es entstand die „Scheiteltalung“. Damit ist hier ein tieferes Stockwerk unter dem mesozoischen Scheitelbau und unter einer Narbendecke aufgeschlossen worden.

Die Asymmetrie des Profils sehen wir hier sehr gesteigert. Denn das einst zur Bewegungszeit der Dynamometamorphose tiefgelegene Stockwerk der penninischen Decken wurde im N besonders hoch gehoben; der mesozoisch bedeckte variszische Bau im S aber hatte an dieser Gesamthebung des Alpeninneren viel weniger Anteil.

Die ungewöhnlich starke Heraushebung des Alpenkörpers nach der Zeit der Haupteinengung hängt offenbar zusammen mit dem hier im W besonders energisch gewesenen Hinabbau, zugleich der Einengung und der Senkung. Nach deren Erlahmen mußte die vorher zu bedeutend gewordene Tiefenlage, das tiefe Eintauchen in den spez. schwereren Untergrund, wieder ausgeglichen werden durch isostatische Hebung.

3. Die mediane Steilstellung und die Fächerbildung.

Profil 10. Das tiefere Stockwerk im Narbenbereich des Beispiels von Profil 9 zeigte bereits das bei starker Achsenhebung typische, an die Erdoberfläche rückende Strukturniveau. Steil und tief stoßen hier die generalstreichenden Bewegungsflächen hinab gegen die mit der Zusammenpressung und plastischen Verformung zunehmende Region maximaler Massenverluste, also gegen das Narbenstockwerk.

Nähern sich dabei, dem Narbensog folgend, die Vorlandmassive stärker, so entsteht das Bild unseres Profils 10. Im Bereiche des Westalpenbogens zwischen Belledonne—Pelvoux im W und dem Ambin-Massiv im O wurde hier in einer noch kaum plastischen Tiefenlage von beiden Seiten der wundervolle Briançonnais-Fächer mit seinem Karbonsattel unterschoben. Dies geschah vom O her durch die Glanzschieferdecke und vom W durch das Mesozoikum des Subbriançonnais vor dem ultradephinidischen Embrunnais-Flysch und den Helvetiden-Delphiniden (Ht. Dauphiné). Nur durch Unterschub, nicht oben durch Überschiebung, wird ja auch der ganze Bau des Westalpenbogens verständlich. Denn wäre er einseitig von innen gegen außen geschoben worden, so hätte er starke Dehnungstektonik empfangen müssen, die ihm aber fehlt.

Erst unterströmungstheoretisch verstehen wir auch die nicht selten entwickelten axialen Fächerstrukturen durch zweiseitige, auspressende Unterschubung gegen die Narbe. Wir verweisen hier nur auf den kleinen, spät entstandenen Combin-Fächer (Profil 11), jenen der Mischabel im Stirnlappen der Bernhard-Decke, auf den von L. MORET 1928 gezeichneten Fächerbau des M. Pourri oder des penninischen Maggia-Sambuco-Lappens,

an den langen Längsfächer des Gotthardmassivs (1936, 73) oder der Sesia-Zone.

Alle diese Scheitelfächer bestehen nicht zufällig aus Kristallin älterer oder jüngerer Prägung. Sie entstanden vielmehr in einem tieferen Scheitelnarben-Stockwerk und wurden durch spätere, offenbar isostatische Heraushebung und entsprechende Entblößung sichtbar. Auch in diesem Stockwerk herrscht außerdem die Steilstellung.

Die Narbenschnitte ragen besonders hoch in die Hangendstruktur empor. Immer wieder sehen wir sie über Hunderte von Kilometern weit, nicht oder nur wenig abweichend vom Generalstreichen als annähernd senkrechte Längsstörungsflächen den Narbenbau zerschneiden. Sie begrenzen hier oft eingebaute Narbenmassive oder pultartig gekippte Schollen weniger tiefer Entblößung (Profil 6, 7). Breite oder schmale Schollen, einst gelegen in gleichem Niveau mit noch erhaltenen Strukturteilen, fehlen an ihnen häufig, sind hier verschluckt worden. 1951 wurde näher ausgeführt, weshalb diese Narbenschnitte als primäre, tiefreichende Medianzerspaltungen des Narbenbaues anzusehen sind, als Folge des zeitlich oder örtlich nicht genau gleichen Hinabtauchens der Flanken gegen den Narbenschwund-Raum. Wohl in Dehnungszeiten öffneten sich an jenen Schnitten die Aufstiegswege jüngerer Magmen oder Migmen. Die Narbenschnitte sind die Flächen geringsten Zusammenhaltes im Orogen. Daher lösten sich hier die Flanken so oft voneinander. Die eine sank dabei unter einen Nachbarocean oder unter junge Sedimentationsflächen, wie die Ostflanke der Appalachen, des Urals, die Westflanken der Caledoniden, der Namaiden, der andinen Orogene oder z. T. die Nordflanke des Kaukasus, Innenteile des Karpaten-Orogens. Dieser erdgeschichtliche Vorgang ist so häufig, daß die Meinung von dem nur einseitigen Gebirgszusammenschub oben lange Zeit herrschen konnte. Eindrucksvollste Dehnungsfolgen an diesen medianen Schwächestellen der Orogene sind außerdem die ungeheuer weit ausgedehnten und durch fast geradlinige Talfluchten mit Talwasserscheiden gekennzeichneten Grabenbrüche etwa vom chilenischen Längstal nach N, im Magdalena-Grabenzug, der 40 Breitengrade durchmessende Rocky Mountains Trench von dem Kalifornischen Golf nordwärts durch Brit. Columbia nach Südalaska (das große „Pazifische Längstal“ 1951, 379). Aber auch mediane Dehnungseinbrüche z. B. des Tellobetischen Orogenbaues hinab in das westliche Mittelmeer beruhen anscheinend auf solcher medianen Orogenbrüchigkeit.

4. Das migmatitische Stockwerk der Assimilation; Differentiation und Mobilisierung.

Auf Kosten der Anfangsbreite der geosynklinalen Erdrinde wächst deren sialische und sedimentäre Dicke zu überkontinentaler Mächtigkeit. Weil

dieser Orokinetische Zyklus weit überwiegend submarin abläuft und die Gebirgserhebung, die exogen beschnitten wird, erst spät einsetzt, muß, wie H. STILLE, L. KOBER u. a. schon vielfach betont haben, die sich hinabbauende Geosynklinalmasse unter immer mächtigere Überlastung und in immer höhere Temperaturen hinabgeraten. Damit dürfte eine molekulare und kinetische Mobilisierung der tieferen Geoplasmanmassen — vornehmlich im Bereiche der zutiefst eintauchenden Narbe — in Gang kommen. Assimilation, Migmatisierung, darunter Differentiation des pazifischen Salsimas sind die Folgen. Die differenzierten Spaltschmelzen steigen zeitweise als Ophiolite, Andesite, Granite in höhere Niveaus empor. Die „Migmatitfront“ (E. WEGMANN) sinkt somit ihrem Umprägungsraum entgegen. Die allgemeine geosynklinale Absenkbewegung, welche auf die in druckregulierter Tuchföhlung stehenden Untermassen der beiderseitigen Vorländer als unterschiebender Sog wirken muß, wird durch jenes „Aufkochen“ im tiefsten Narbenstockwerk zu unendlich mannigfachen Umrührbewegungen veranlaßt. Diese bilden sich ab in der Verformung der Kristallinen Schiefer. Die gleichzeitig einsetzende Tiefenabschmelzung, die endogene Basalbeschneidung — vorausgehend der exogenen Reliefbeschneidung — tut sich kund in jugendlichen Pluton- und Gangaufstiegen.

Abgesehen von wahrscheinlich variszisch geprägten Frühstrukturen können wir aus den Alpen keine jüngeren, alpidischen Beispiele für dieses tiefste Narbenstockwerk der Orokinese anführen. Die Alpen scheinen noch nicht hoch genug emporgewachsen zu sein. Darum sind die vergleichenden Studien an tief denudierten orokinetischen Niveaus, wie sie in Canada oder in Fennoskandia vorliegen, für uns so sehr wichtig (J. SEDERHOLM, E. WEGMANN, P. ESKOLA u. a.).

II. Die Unordnung des normal-orokinetischen Baues in den nördlichen Westalpen.

Wo der Alpenkörper aus seinem einwärts und auswärts vergenten Westalpenbogen des französisch-italienischen Gebirgsteiles sich anschickt, mit allgemein NO-lichem Streichen überzugehen in die mehr W—O-streichenden Ostalpen, da sehen wir den Normalbau (Profil 10 im W, Profil 8, 7, 6, 5 und 1 im O) in der Schweiz außerordentlich gestört. Hier herrscht ein außerordentliches Übergewicht der NW-Vergenz. Kein Wunder, daß man dieses Bauelement als das auch für die übrigen Gebirgsteile beherrschende ansah. Einige fazielle und tektonische Zusammenhänge mögen diesen ungewöhnlich scharfen NW-Drang der beiden alpinen Orogene verständlich machen.

Zur Herkunft der präalpinen Decken von Chablais, Freiburger Alpen und Schweizer Klippen.

Die Ansicht, daß die Präalpen der Klippen-, Simmen- und Brekziendecke zwischen dem ultrahelvetischen und dem penninischen Ablagerungsraum sedimentiert wurden, ist schon von KILIAN, E. HAUG 1925, M. GIGNOUX u. L. MORET 1938, D. SCHNEEGANS 1930, E. RAGUIN vertreten. Auf die dem helvetischen Ablagerungsraum gegen SW entsprechende Dauphiné-Zone folgen ja in den französischen Alpen gebirgseinwärts die Zone des Subbriançonnais, dann jene des Briançonnais, beide, besonders auch mit ihrer mesozoischen Schwellen- und Trogfazies, recht vergleichbar den höheren Präalpen.

Verfasser folgte 1936 dieser Heimatanzordnung und begründete sie auch (1936, 100 ff.) weiter hinsichtlich der Stellung des Niesenflysches. Nähere Untersuchungen von W. J. SCHROEDER haben 1939 die Richtigkeit der Ansicht gebracht, daß das Heimatgebiet der Präalpen durch die Stirn der penninischen Decken überschoben wurde. J. TERCIER sprach sich 1945, 1950 in ähnlicher Richtung aus, ebenso gab F. X. SCHNITTMANN 1951 eine klare vergleichend-stratigraphische Begründung. R. BARBIER untersuchte 1951 die Verlängerung der Subbriançonnaiszone Frankreichs nach Italien und nach der Schweiz. Dabei erkannte er, daß das Briançonnais sich gegen N verlängert in die penninische Carbonzone und in der Gegend von Sierre verschwindet, weggeschnitten durch den Vorstoß der Decke des Gr. St. Bernhard oder der Mischabel mit ihren Glanzschiefern. Ebenso werden gegen N und NO hin ausgequetscht die Zonen des Subbriançonnais, die innere und mittlere noch in Frankreich. Die äußere (jene der Brèche de Tarentaise-Decke; BARBIER 1942, H. SCHOELLER 1929) Zone geht als „Zone de Courmayeur“ in NW-Italien weiter und durch Val Ferret-Sitten in die Schweiz. In Annäherung an das Aarmassiv wird auch sie abgequetscht. Dieser Vorgang dürfte bereits nach der Karnischen Zeit seinen Anfang genommen haben, da man auf ihn das weitere verschiedene Verhalten der plastischen und der rigiden Präalpen (M. LUGEON u. E. GAGNEBIN 1941) beziehen kann. So verschwinden also nacheinander mit Laminierung unter der penninischen Bernharddecke die in den französischen Alpen so breit und kontinuierlich ausstreichenden Einheiten des Briançonnais und Subbriançonnais mit Ultrahelvet (z. T.) zwischen den standfesten Druckbacken des Mt. Blanc- und des Aarmassivs (mit dem diesem vorgebauten Helvetikum) einerseits und der heranrückenden Hauptdecke des Gr. St. Bernhard andererseits. Dies hat Verfasser 1936, wenn auch unvollkommen, in Taf. I, Profil II (vgl. unser Profil 11) dargestellt. Dabei wurde erwogen, daß mit jenem penninischen NW-Vorstoß (im Sinne von R. TRUMPY's „dénudation tectonique“ 1955, 222) eine Abschiebung (innerhalb eines salinaren, besonders

gleitfähigen Horizontes im Skyth oder Karn) einiger präalpinen Einheiten geschah, wobei das hangende Mesozoikum und Eozän, von außen her unter-schoben, relativ nach außen gelangte, da es wegen des Hangendstauens innen nicht seiner Unterlage folgen konnte. So entstand die heutige Außenlage der Präalpen in Chablais—Freiburger Alpen—Klippen. Abb. 12 versucht schematisch diesen Vorgang darzustellen. Der narbenwärts wandernde Unterbau, der tektonische Stumpf von Helvetiden, Ultrahelvet, Präalpen, vielleicht auch ein Basisteil der Simplondecken, rückte dabei unten vor bis unter die penninische Bernhardecke, hinabgerückt gegen die schrumpfende Narbe des Nordalpenorogens. Der Sockel jener mesozoischen Präalpen wurde verschluckt. Dieser umfassende und folgenschwere Vorgang bahnte sich schon an in den nordöstlichen französischen Alpen. Er gewann sein Höchstmaß in den Schweizer Alpen und flaute im E von Prätigau—Unterengadin ab unter den relativ wieder mehr parautochthonen Ostalpen. Erscheinungen dieses Abflauens schilderte kürzlich M. RICHTER.

Deutungsversuch jener Unordnung und Fortsetzung der Präalpen gegen O.

Wir bemerken also im Umbiegungsbereich des Alpenstranges ein enormes Übermaß an Einengung und an NW-Drang. Doch betraf dieses allein die Hangendglieder der Helvetiden-Ultrahelvetiden und Präalpen, im penninischen Deckenstapel nur die aus dem Überwalzungsstockwerk der Orokinese allmählich empor- und überwallenden Erdrindenmassen. Die Sockel aber rückten schräg abwärts. Hinter ihnen schob sich der variszisch schon gehärtete Kontinentalrand Europas nach mit seinem herzynisch-vindelizischen Anteil und seiner, das Schweizer Mittelland bis zu den autochthonen Massiven unterteufenden Fortsetzung.

Eine Folge dieser gewaltigen Unterschiebung war der riesige Verlust an Meridianlänge, war das Verschwinden der Heimatsockel der Schweizer Hauptdecken in der Tiefe der „*racines externes*“, also in der Nordalpennarbe. Es wurden 1951 die Gedanken angedeutet, welche diese ungewöhnliche und zu vielen Mißverständnissen führende Unordnung im Längsverlauf des alpinen Gesamtkörpers vielleicht verständlich machen. Man wird nämlich zu rechnen haben mit einem tieferen, das Fließstockwerk der geosynklinalen Orokinese noch unterteufenden, aber nach Zeit und Raum ungleich weiter ausgreifenden Unterstromstockwerk.

Hinsichtlich der weiteren Ostfortsetzung der kalkalpinen Präalpen (1936) sind auch die Schweizer Geologen dafür, sie zu sehen in der über dem ultrahelvetischen Flysch schwimmenden Reihe der Klippen von Giswil—Mythen—Iberg—Grabs und dann im Rätikon—nördliche Kalkostalpen. Diese Fortsetzung liegt gleichfalls fort und fort — und zwar ohne jedes unter-

ostalpine oder penninische Zwischenmittel — dem ultrahelvetischen Flysch aufgeschoben. Hier im O setzen sich auch die faziellen Merkmale fort und gewinnen ihre typische und mächtige „ostalpine“ Entwicklung. Auch im O herrscht die gleiche Gliederung in Schwellen und Tröge, erscheinen die gleichen salinaren Zwischenhorizonte, welche im oberen Skyth und im Karn die Deckenabscherung so sehr begünstigt haben.

Über 50 Jahre alt ist nun die Ansicht, daß jene Präalpen—Kalkostalpenzone („Oberostalpin“) in den Südalpen beheimatet wäre; daß sie auch in den Schweizer Alpen gegenüber ungleich weniger allochthonen Ostalpen den gleichen, riesigen Deckenmarsch zurückgelegt habe. Die Transgression der ladinisch-norischen Triashorizonte zwischen der Nord- und der Südalpen-Geosynklinale, sowie deren spätere Unterschiebung in der östlichen Schweiz — sie schien jener allzu frühzeitig und allzu treu geglaubten Meinung recht gegeben zu haben.

Nimmt man aber weitreichende Deckenschübe und Deckenstapel an, so kann man nicht gleichzeitig alles verneinen, was an der heutigen Erdoberfläche nicht mehr aufgeschlossen ist: so z. B. die ultrahelvetischen Kristallinschwellen oder die Verbindung von Subbriançonnais—Briançonnais nach Präalpen—Klippen—NO-Kalkalpen. Diese Verbindung ist nur genau dort unterbrochen, wo in der Schweiz die Front der penninischen Decken ungewöhnlich weit NW- und N-wärts relativ „vorgeschoben“ wurde, fast bis an den Rand der autochthonen Massive Europas. Allein hier ist die Narbenstruktur des Nordalpenorogens unterbrochen, verdeckt. Eine Kontinuität vom Subbriançonnais bis zu den nördlichen Kalkostalpen und dem Randostalpin (1951) kann somit wohl nicht mehr geleugnet werden.

Zusammenfassung.

Abgesehen von nur lokalem Scheitelbau, der das Prinzip der orogenen Unterschiebungsmechanik auch für höhere Niveaus kennzeichnet, beherrscht die zweiseitig auswärtige Vergenz den Normalbau der orogenen Narbenstrukturen.

Streichende Strukturänderungen werden verständlich

1. durch wechselnde Exponierung verschieden hoher Bewegungsstockwerke der orogenen Medianzone infolge mannigfacher Achsenhebung oder Senkung und Abtragung. Die der zentralalpinen starken Heraushebung genäherten Orogenflanken sind daher bis auf den metamorphen Untergrund entblößt;

2. durch Einbau von Massiven, die entweder als „Narbenmassive“ oben aufgeschoben wurden oder raudlich beschnitten sind;

3. durch im Streichen wechselvolles Ausmaß der Beschneidung und Verschluckung längs steilen Bewegungsflächen, besonders an Narbenschnitten;

4. durch Abhängigkeit von dem Gesteinsmaterial: gleitflächige, saline Zwischenschichten fördern die Deckenabgleitung; sehr mächtige Karbonatstapel neigen zu plumpem Brettbau.

Die Unordnung der orogenen Normalstruktur in den Schweizer Alpen wurde veranlaßt durch einen sehr gesteigerten SO-Unterschub, die Folge eines sehr tiefen Unterstromstockwerkes. Hier schoben sich die Heimatgebiete der präalpinen Decken so weit SO-wärts hinab, daß sie unter der Stirnregion der Penninischen Decken verschwunden sind. So konnte das 1936 gezeigte kontinuierliche Fortstreichen des kalkalpinen Subbriançonnais über die Präalpen und die Klippen der Zentralschweiz hinüber in die nördlichen Kalkostalpen übersehen werden.

Bei der Schriftleitung eingegangen am 12. März 1956.

Literatur.

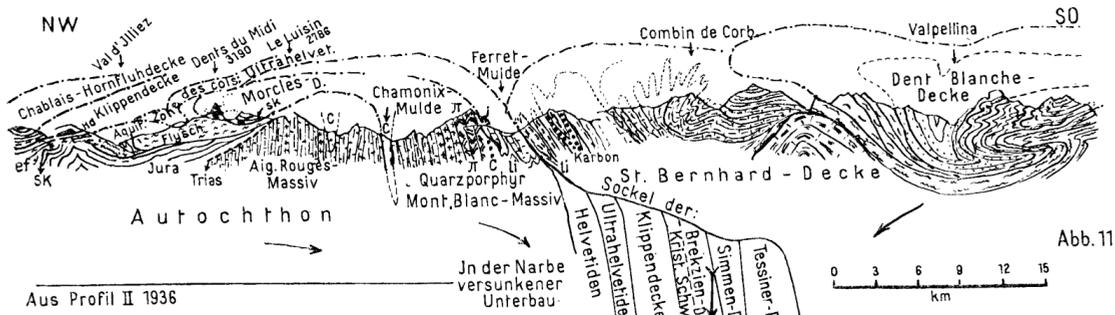
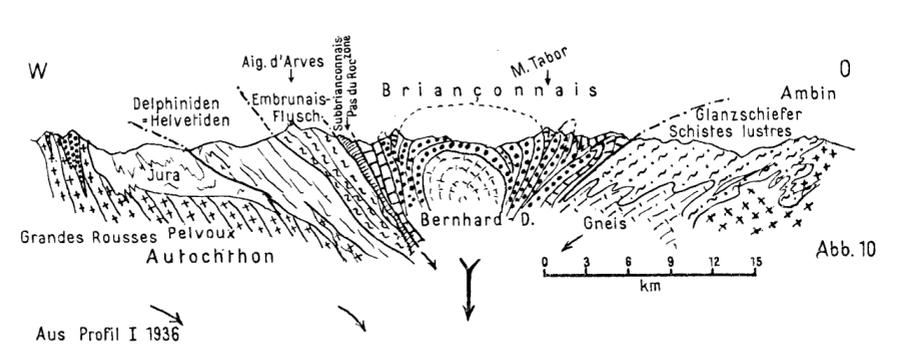
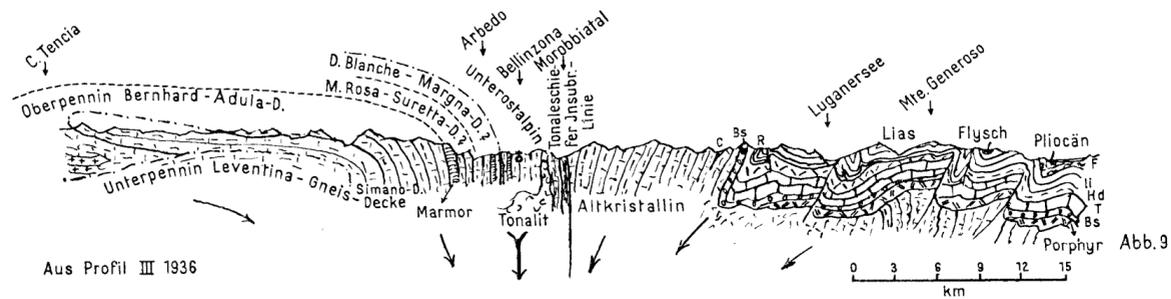
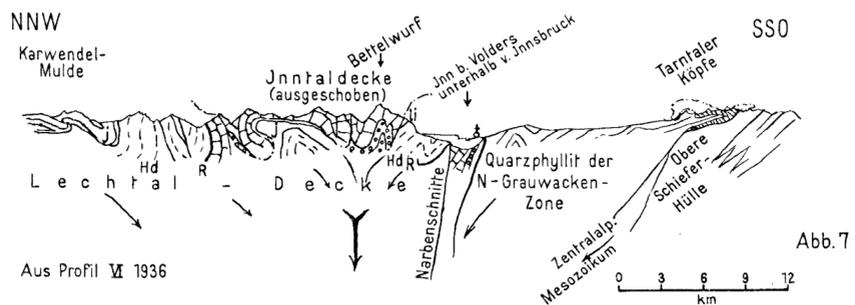
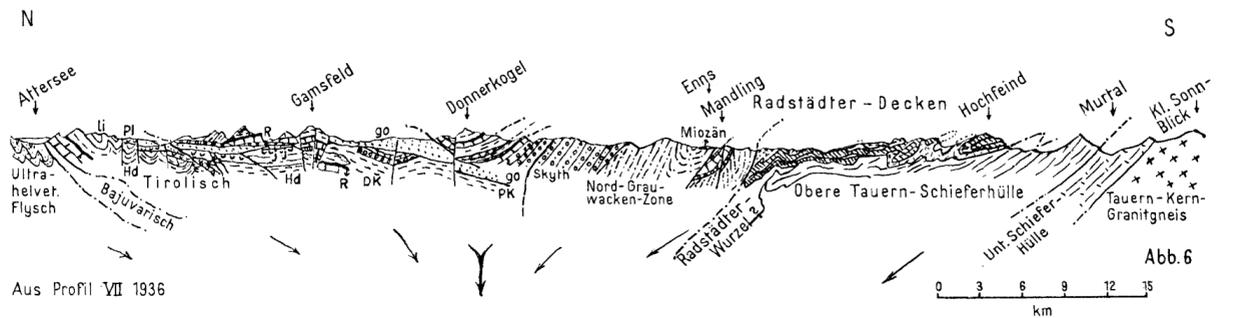
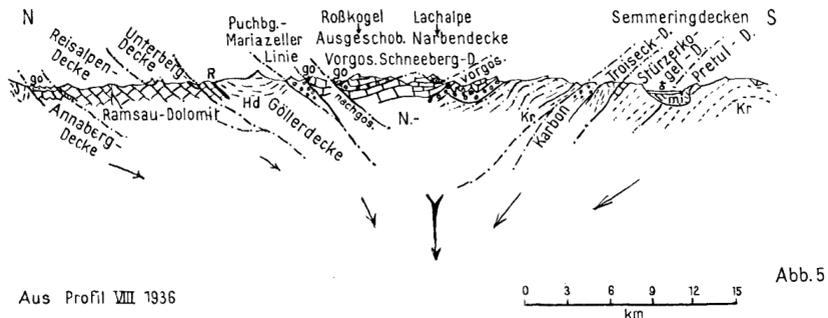
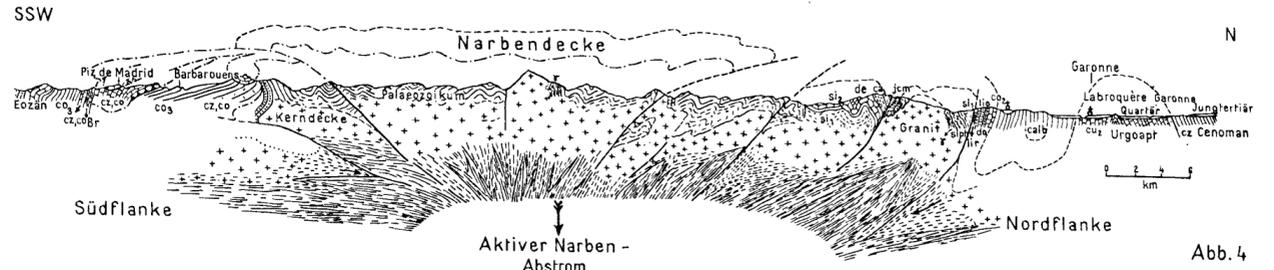
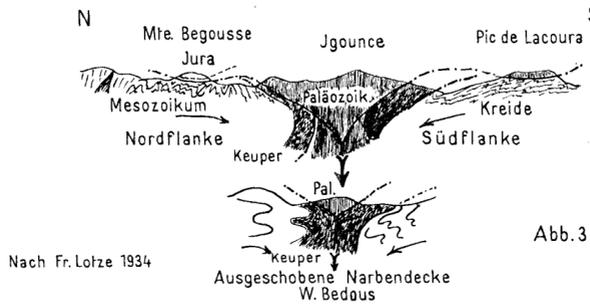
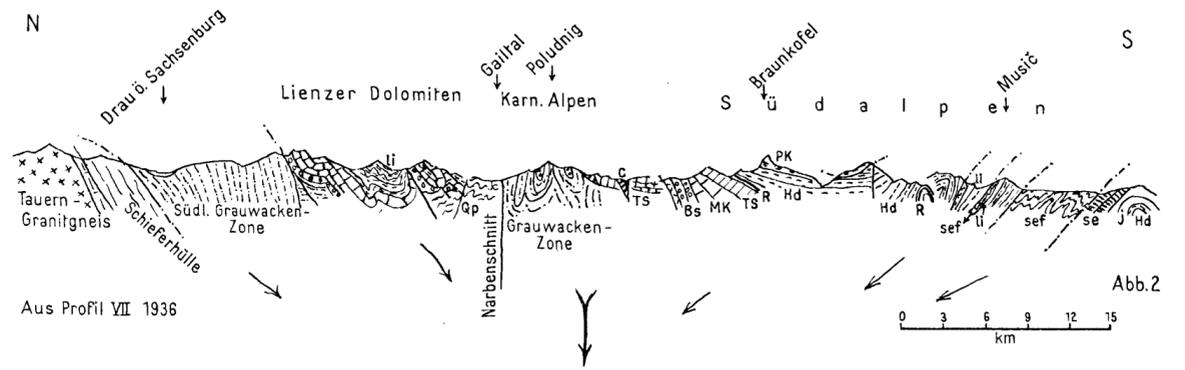
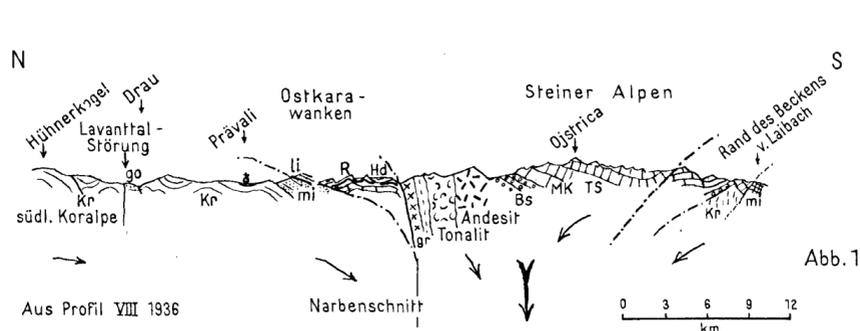
- Ampferer, O.: Die neue Umgrenzung der Inntaldecke. — Jb. Geol. B.-A. 81, 25—48. Wien 1931.
- Erläuterungen zur geol. Karte der Lechtaler Alpen. — Geol. B.-A., Wien 1932.
- Über die tektonische Selbständigkeit der Inntaldecke. — Ber. des Reichsamts für Bodenschulg., Jg. 1944, 57—73. Wien 1944.
- Barbier, R.: La prolongation de la Zone Subbriançonnaise de France, en Italie et en Suisse. — Trav. Labor. de Géologie Grenoble 29, 1951.
- u. Trümpy, R.: Sur l'âge du Flysch de la Zone de Brèches de Tarentaise. — Bull. Soc. géol. France (6) 5, 207—216, 1955.
- Beurlen, K.: Zum Problem der Inntaldecke. — Sitz-Ber. Bayer. Akad. d. Wiss., Math.-nat. Abt., 10. Dezember 1943, 239—264.
- Cadisch, J.: Geologie der Schweizer Alpen. — 2. Aufl., Basel 1953.
- Cornelius, H. P.: Die Geologie des Schneeberggebietes. — Jb. Geol. B.-A. Wien, 2. Sonderband, Wien 1951.
- Die Geologie des Mürtalgebietes. — Ebenda, 4. Sonderband, Wien 1952.
- Ellenberger, F.: Sur l'extension des faciès briançonnais en Suisse, dans des Préalpes médianes et les Pennides. — Ecl. géol. Helvet. 45, 2, 1953.
- Falot, P.: Du rôle des décollements en tectonique. — Scientia 1953.
- Gignoux, M. u. Moret, L.: Description géologique du bassin supérieur de la Duranco. — Trav. Labor. Géol. Université Grenoble t. 21, 1938.
- Haug, E.: Contribution à une synthèse stratigraphique des Alpes occidentales. — Bull. soc. géol. France (4) XXV, p. 97, 1925.
- Jaekli, R.: Geol. Unters. in der Stirnzone der Mischabeldecke zwischen Réschy, Val d'Anniviers und Visp. Ecl. géol. Helvetiae 43, 1, 1950.
- Kockel, C. W.: Beobachtungen im Hornbächfenster (Lechtaler Alpen). — N. Jahrb. Geol. u. Pal., Abh. 96, 1953.
- Kraus, E.: Abteilungstektonik am NW-Rand der Vogesen. — Geol. Rundschau 12, 52—57, 1921.
- Der alpine Bauplan. — Gebrüder Borntraeger, Berlin 1936.
- Die Entstehung der Inntaldecke. — N. Jahrb. f. Geol., Abh. 90, B, 31—95, 29 Abb., 5 Taf., 1949.
- Vergleichende Baugeschichte der Gebirge. — Akademie-Verlag, Berlin 1951.
- Baugeschichte der Alpen. 2 Bände. — Ebenda 1951.
- Lemoine, M.: Le décollement de la couverture briançonnaise et ses conséquences. — C. Rend. Acad. Sc., Paris t. 234, p. 1195, 1952.
- Lotze, F.: Über „autochthone Klippen“, mit Beispielen aus den westlichen Pyrenäen. — Nachr. Ges. d. Wiss., Göttingen, N. F. I, Nr. 1, 1934.
- Salzdiapirismus im nördlichen Spanien. — Z. d. D. Geol. Ges. 105, 814—822 (1953), Hannover 1955.

- Lugeon, M. u. Gagnebin, E.: Observations et vues nouvelles sur la géologie des Préalpes romandes. Mém. Soc. vaud. Sc. nat. 7, No. 1, 1941.
- Richter, M. u. Schoenenberg, R.: Über den Bau der Lechtaler Alpen. — Z. d. D. Geol. Ges. 105, 1 (1953), 57 ff., Hannover 1955.
- Schneegans, D.: La géologie des nappes de l'Ubaye — Embrunais entre la Duranco et l'Ubaye. — Mém. Explic. Carte géol. France 1938.
- Schnittmann, F. X.: Sind die Mittleren Freiburger Voralpen (Préalpes Médiannes) unterostalpin? — Z. d. D. Geol. Ges. 102, H. 2, 1951.
- Schoeller, H.: La nappe de l'Embrunais au Nord de l'Isère. — Bull. Serv. Carte géol. France 33, No. 175, 1929.
- Spengler, E.: Zur Verbreitung und Tektonik der Inntal-Decke. — Z. d. D. Geol. Ges. 102, 188—202 (1950), Hannover 1951.
- Staub, R.: Gedanken zum Bau der Westalpen. — Viertelj.-Schrift, Nat.-Ges. Zürich 62, 1937; 87, 1942.
- Stille, H.: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. — Gebr. Borntraeger, Berlin 1924.
- Tercier, J.: Le problème de l'origine des Préalpes. — Bull. Soc. frib. Sc. nat. 37, 1945.
- Problèmes de sédimentation et de tectonique dans les Préalpes. — Rev. questions Scientif. 1952.
- Turner, A.: Relieffüberschiebungen in den Ostalpen. — Fortschr. d. Geol. u. Pal. XIV, 48, Gebr. Borntraeger, Berlin 1943.
- Trümpy, R.: La Zone de Sion-Courmayeur dans le haut Val Ferret valaisan. — Ecl. géol. Helv. 47, Nr. 2, 316—359, 1955.
- Remarques sur la corrélation des unités penniques externes entre la Savoie et le Valais et sur l'origine des nappes préalpines. — Bull. Soc. géol. de France (6) 5, 217—231, 1955.
- Wegmann, E.: Zur Deutung der Migmatite. — Geol. Rundschau 1935, Heft 5.
- Über gleichzeitige Bewegungsbilder verschiedener Stockwerke. — Ebenda 41, 21—33, 1953.
- Über einige Züge von unter geringer Bdeckung entstandenen Falten. — Teichermak's Min. u. Petr. Mitt. (3) 4, 187—192, 1954.

Erläuterung zu Abb. 1—11 der Profiltafel.

Kr Kristallin; go Gosau-Schichten; mi Miozän; li Lias; R Raibler Schichten; Hd Hauptdolomit; gr Granit; Be Buntsandstein; Mk Muschelkalk; Ts Schlierndolomit; Qp Quarzphyllit; C Carbon; Pk Plattenkalk; sef Senonflysch; se Senon; j Oberjura. Abb. 4: Übersichtsprofil der Pyrenäen (E. Kraus 1951 a, Taf. IV); Gamma: Gneis; Krauze: saure Tiefengesteine; siph oder si, Untersilur; si₂ Obersilur; de Devon; lir Rhätlias; li_o Mittel- und Oberlias; do Dogger; eu₂ Urgoapt; Calb Alb; cz Cenoman; co Oberkreide; co₂ Campan; Br tekton. Brekzie. — pl Plassenkalk; Dk Dachsteinkalk; kō Kössener Schichten; Ce Cenoman; T Untertrias; ef Eozänflysch; Sk Schrattekalk; griech. Pi Quarzporphyr. — In Abb. 10 statt „lustres“ lies: „lustrés“.

E. Kraus: Über die Strukturen der orokinetischen Narbenzone



E. Kraus: Über die Strukturen der orokinetischen Narbenzone

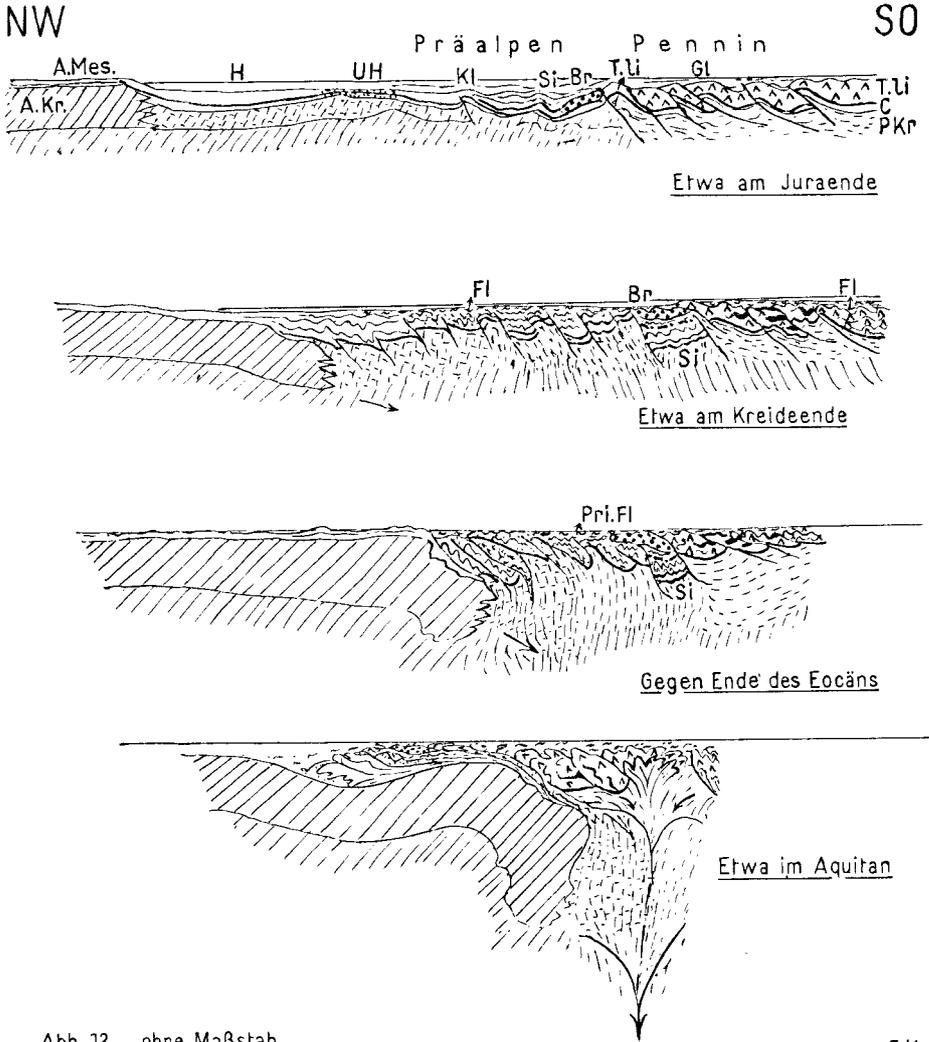


Abb. 12 ohne Maßstab

E.Kr. II. 56

Versuch einer schematischen Darstellung des Sockelverlustes von Helvetiden, Ultrahelvet und Präalpen in der Westschweiz

H = Helvetiden; UH = Ultrahelvet; A. Mes. = autochthones Mesozoikum; A. Kr. = autochthones Kristallin; Fl = Flysch; Kl = Klippendecke; Si = Simmendecke; Br = Brekziendecke; PKr = Penninisches Kristallin; C = Karbon; T = Trias; Li = Lias; Gl = Glanzschiefer (Schistes lustrés).