

Neue Überlegungen zum Bau der Alpen

Von E. Kraus, München.

Mit 4 Abbildungen.

Nachfolgend werden Ausführungen zur Unterströmungstheorie für die Alpen vorgelegt, die in einem Vortrage vor der Geologischen Gesellschaft Wien im Jahre 1954 als Grundlage und Ausgang für mündliche Erörterungen der Probleme vorgetragen wurden.

Im Gesamtrahmen sind dabei vorwiegend ostalpine, aktuelle Fragen etwas näher behandelt worden, wobei zugleich geantwortet werden konnte auf dankenswert kritische Stellungnahmen von Seiten der verehrten österreichischen Kollegen.

Der Grundgedanke.

Wo die Erdrinde sich faltet und übereinander schiebt, da muß ihr der Boden durch Verkleinerung der Unterlage entzogen werden.

Das war Ausgangsgedanke der alten Kontraktionstheorie, welche dabei gerechnet hat mit einem allgemeinen, planetaren Gewölbedruck. Das ist auch ein Grundgedanke der modernen Unterströmungstheorie, die aber nur lokale, subgeosynklinale Schrumpfungszonen anerkennen kann. Beide Theorien, die eine ausschließlich, die zweite als eine von mehreren Möglichkeiten, nehmen dabei Folgen der Erdabkühlung an.

In der massenerfüllten Tiefe ist Massenverlust allein denkbar durch subkrustale Massenverlagerung. Eine solche vollzieht sich also unter den gleichzeitig absinkenden Geosynklinalen, aber nicht in gleichzeitig aufsteigenden Antiklinalen. Darum muß der Platz für das geosynklynal-endemische Absinken durch subgeosynklinale Abwärtsbewegung geschaffen werden.

Auch die in verschiedenen Variationen erdachte Kontinentalverschiebungs- oder Plattenrammtheorie, derzufolge aktiv zusammenrückende Kontinente einander unter- oder überschieben, muß angesichts der erwiesenen geosynklinalen Senkungsgeschichte mit einer Beseitigung der geosynklinalen Tiefenmassen, die ja nicht nach oben ausgequetscht werden (Reliefsenkung!) durch Senk-Ströme rechnen. Das verlangt die Massenbilanz.

In seiner eben erschienenen Untersuchung über das Scheitelproblem führt H. QUIRING 1953, 32 (für den ostpyrenäischen Scheitel als Beispiel) aus, daß auch durch aktives, kontraktions-theoretisches Zusammenrücken von

Nachbarschollen aus einem Pressungsdreieck beiderseits unterschobene Massen noch oben ausgequetscht werden können. Es vollzieht sich dies freilich unter allgemeinem Absinken von Geosynklinalen, ersichtlich aus ihrem mächtigen Schichtbestand. Ohne Massenausweichen unten, nur durch aktives Kontrahieren der Erdhaut oben, bleibt eine durch Jahrtausende gehende geosynklinale Absenkung in die massenerfüllte Tiefe mechanisch unverständlich. Ein paläogeographischer Nachweis für gleichzeitigige Reliefhebung fehlt. Müssen wir somit eine Abfuhr von Geoplasma im Rahmen einer subgeosynklinalen Unterströmung als Hauptmotiv anerkennen, so auch deshalb, weil in alpinotypen Gebirgen die Horizontalbewegungen viel größer sind, als daß sie lokalen Unterpressungen entstammen könnten.

Immerhin wird die Unterströmungstheorie immer auf ein starres Schema verzichten und auf einen verständlichen Ausbau, wie ihn die Beobachtungen verlangen, bedacht sein müssen.

Geosynkline verdickte, spezifisch leichtere Hangendrinde versinkt also mitsamt ihrem marin geschaffenen Sediment und verdrängt ihre spezifisch schwerere Unterlage. Dies ist ersichtlich aus der normalen Unterschwere der Geosynklinalen oder der jungen Orogenbauten, die in ihnen entstanden.

In der überlasteten, raumerfüllten Tiefe ist für jede, also auch für eine Senk-Bewegung, ungleich größere Energie erforderlich als oben, wo auch keine hinabdrückende Kraft erkennbar ist. Sedimentlast kann sich ja nur bei primär sinkendem Boden hinreichend ablagern. Folglich muß der aktive Sitz der Unterströmung, gleichviel weshalb sie strömt, in der Tiefe liegen.

Die Einengung und Vergenzstärke der beiden seitlich von dem als „Narbenzone“ bezeichneten Senkstromgebiet liegenden „Flanken“ kann recht verschieden sein. Dies mag in vielen Fällen herrühren davon, daß der Narbenstrom nicht senkrecht, sondern einseitig, schräg abwärts sinkt.

Den umfangreichen geosynklinalen Einengungen, also dem Massenverlust unten, namentlich am Rande der wachsenden Kontinente entsprechen auch die ausgedehnten Zerrungsräume der Erdoberfläche. Hier wurde durch dehnende Massenminderung oben Platz für die Senkungsfelder des Atlantischen, Arktischen und Indischen Ozeans geschaffen mit ihren randlichen Abbruchsküsten. Auf Kontinenten entstanden dabei die aufklaffenden Paraphoren oder Spalten wie der im N gegabelte Rote Meer-Graben, der dem Indik parallele ostafrikanische Grabenbruch oder die dem Atlantik parallele Grabenzone von Ostspanien-Rheingraben-Mjösengraben. Auf tiefen Zerrungsspalten drangen oft bedeutende Magmamassen auf.

Die Folgen absinkender Unterströme der „Narben“ in sedimentärer, magmatischer, migmatischer, metamorpher Hinsicht, die Folgen für Struktur

und Relief schaffen ein sehr reichhaltiges Erscheinungs-Inventar im Ablauf der geosynklinalen Entwicklung. Wir fassen diese Folgen zusammen im Begriff des „Orogens“ (Abb. 1). Seine Bildungsmechanik durch Konvektionsströme deutet Abb. 2 an.

Der Weg zum Ausbau der Unterströmungstheorie ist nun natürlich gerade umgekehrt beschriftet worden. Bevor noch bekannt war, was füglich als „Orogen“ gelten könne, was für die Entwicklungsgeschichte eines solchen typisch sein möchte, kam die Beobachtung im Gebirge. Eine der Wirklichkeit näherkommende Alpensynthese konnte nicht aus schon bestehenden, vielfach ganz hypothetischen Großstrukturvorstellungen, sondern allein aus Beobachtungstatsachen erwachsen. Eigenes Wandern, Schauen, Sammeln, Kartieren und Überdenken durch ein Menschenalter wäre natürlich viel zu wenig gewesen für die komplizierten Alpen, oder gar für die weite Erde. Die Hauptmenge der Beobachtungen und auch z. T. schon der Deutungen stammt, da Wissensfortschritt immer von schon Gewußtem auszugehen hat, weit überwiegend von anderen Alpengeologen.

Unter den Grundideen schien 1930 O. AMPFERER's Vorstellung der lokalen Rindenschrumpfung über aktiv verschluckenden Unterlagen, so wenig definiert nach Raum, Zeit und Mechanik sie anfangs auch nur sein konnte, den beobachteten und miteinander verglichenen Alpenstrukturen zunächst einmal am ehesten gerecht zu werden. So äußerte sich auch E. SPENGLER 1929 und gleiches sagte H. P. CORNELIUS 1940, 304.

Dann war es der (auch von H. STILLE angenommene) wertvolle Gedanke L. KOBER's, daß die alpidischen Gebirge entgegen E. SUESS u. a. keine einseitige Bewegungsrichtung oder „Vergenz“ haben, sondern sich paarweise durch Südeurasien ordnen zu einem nordvergenten Karpatidenstamm und einem südvergenten Dinaridenstamm, zum Groß-Orogen (Abb. 3). Doch entfernen sich diese Stämme oft so weit voneinander, daß eine gemeinsame Tiefenoperation zu ihrer Schaffung wenig wahrscheinlich ist. Auch zeigen sich am Südrande der nordvergenten nördlichen Kalkostalpen bzw. im N der südvergenten südlichen Kalkalpen entgegengesetzte Vergenzen gegen S bzw. N.

Zwischen den scheinbar auseinandergerückten, divergenten Gesteinsmassen war weder ein Massenverlust noch eine Kraft denkbar, welche von den medianen Scheitelzonen gegen außen geschoben haben könnte.

Aus diesen 1931 ausgesprochenen Gründen schien nach langem, kritischem Schwanken die einzig denkbare mechanische Lösung einer solchen zweiseitigen Gebirgsstruktur die zu sein, daß unter einer Geosynklinale, wie AMPFERER dachte, eine Gesteinsmasse langdauernd hinabrückte.

Dem entsprach:

1. Die alpingeosynklinale Senkungsgeschichte, welche so mächtige Sedimente sammelt.

2. Durch Nachrücken der Nachbarschaft gegen den Unterdruckraum der absinkenden Narbentiefe unter dem Scheitel versteht man die zweiseitige Struktur des Orogens.

3. Neues Verständnis wird für gleichzeitig divergente Bewegung an beiden Orogenseiten.

4. Der Übergang der Narbenzonen-Strukturen im Generalstreichen des Gebirges wird klar: Bei Axialhebung erscheinen kilometerbreit steile bis senkrechte Bewegungsflächen, aufwärts fächerartig auseinanderstrebend (Briançonnais, in Bernhardecke, Gotthard u. a.). Bei Axialsenkung erscheint darüber ein höheres Stockwerk schärfster Einengung; darauf folgt ein von beiden Seiten („Flanken“) herein unterfahrener Faltenkörper. Er bildet Decken ohne feststellbare Fernheimat, die entwurzelte „Narbendecken“ oder „autochthone Klippen“ sind (oberste kalkalpine Decken, Dolomitenschüssel, Julische und Steiner Alpen) (Abb. 1).

5. Über Hunderte von Kilometern Länge durchziehen heute Längstal-Fluchten das ganze Gebirge meist parallel und zunächst den Narbenzügen. Hier herrscht senkrechte Stellung, meist starke Zertrümmerung, Erdbebenbewegung, Magmen stiegen auf (periadriatisch-insubrische Zone bis Eisenkappel). Die Zertrümmerung dieser Tiefspalten begünstigte die exogene Längstalausräumung (oberstes Rhône-Rheintal, Klostertal—Arlberg—Untertal, Pinzgau, Enns—Paltental—Mürztal; Veldin—Tonalepaß, Pustertal—Gail—Drau—Donati-Tallinie). Oft zeigen sich an diesen „Narbenschnitten“ ältere und jüngere Senkungen (Angerbergmolasse, Inntalerrasse, Klagenfurter Vortiefenbecken. Hier liegen primäre, wohl wegen nicht ganz gleicher Bewegung der zusammengehörigen Flanken tief aufgerissene Steilspalten: Schwächezonen, an denen die Orogene der Erde sehr oft auseinanderfielen (1951 b).

Es sind dies nur einige der wichtigsten Beobachtungstatsachen in den Alpen. Man wird zugeben müssen, daß sie weder verständlich werden aus der Konzeption zweier gegeneinander rammender Kontinente noch durch Schwerkraftsleitung.

So viele und vielerlei Tatsachen aber ließen sich nun unter einem gemeinsamen Gedanken fassen, der mechanisch sehr wohl verständlich schien. Ein solcher Ausbau des Unterströmungsgedankens zur Theorie gewann bei seiner Prüfung an immer neuem Material in- und außerhalb der Alpen seine innere Berechtigung. Solcher gedanklicher Neubau aus gesichertem Wissen führte zu einer vom Bisherigen in vieler Hinsicht abweichenden Alpengenese.

Das sogenannte Tauernfenster.

Methodisch grundlegend falsch wäre es gewesen, bei der Verwendung der Beobachtungen ausgerechnet vom schwierigsten, am wenigsten geklärten Alpenteil, von den Zentralalpen auszugehen. Hier fehlen die Fossilien, hier fehlt die Altersstellung, die paläogeographisch-fazielle Zugänglichkeit, also eine Ableitbarkeit der Bewegungsvorgänge aus dem, dem Fazieswechsel entnehmbaren Reliefwechsel, aus der Art und Verteilung gesicherter orogener Sedimente. Denn auf diese Feststellungen im nichtmetamorphen Sediment beruhte die zu einer Baugeschichte führende Hauptmethodik des Verfassers.

Eine von den Hohen Tauern etwa kommende Kritik (E. CLAR 1953, 96) wird sich, so dankenswert sie ist und so erfreuliche Gesichtspunkte sie anregt, darüber klar sein müssen, daß theoretische Versuche, ausgehend von den kristallinen Zentralalpen, ungleich weniger Erfolg versprechen als kalkalpine. Auch daß die Tragweite kritischer Entscheide von einem trotz enormer Anstrengungen und vorbildlicher Arbeit doch noch recht unklaren Gebiet her notwendig beschränkt sein muß.

Natürlich ist aber die Einsicht in die subkutanen kristallisierten Stockwerke für jede Theorie unentbehrlich und mit wegweisend.

Die moderne Petrographie konnte — ich nenne nur Br. SANDER — hinsichtlich der Genese und Innenbewegung der Kristallinen Schiefer bedeutend voranschreiten. Wenigstens vermag sie gewisse Reihenfolgen von Deformationsplänen und -Richtungen festzustellen.

Aber die rein petrographischen Analogien etwa zwischen der penninischen Fazies der Ostalpen und jener der Westalpen können nicht als schlüssiger Beweis gelten für die Zugehörigkeit zum gleichen Alter oder zur selben Decke, also zur nämlichen Herkunft. Denn dieser selbe Faziestyp erscheint bekanntlich auch in den Kernfenstern anderer Gebirge, in der Betschen Kordillere, im Paring- und im Attikafenster L. KOBER's, im sächsischen Granulitgebirge usw. „Schistes lustrés“ gibt es auch außerhalb der Westalpen, doch nur wegen Fazieskonvergenz!

Die umwandelnde Verwalzung der Tauerngesteine kann ebenso nicht als Beweis für die Überschreitung derselben durch die Nordalpen von S her anerkannt werden. Der gewaltige Massenschwund unter der Nord- und Südalpennarbe mußte ja zwangsläufig mächtigen Hangendstau über und neben den Narben bringen. Das konnte ohne stetige Umwandlung und metamorphosierende Unterwälzung in dem nachträglich bis zutage entblößten Tiefenstockwerk unmöglich abgehen.

Die schöne Zusammenstellung der Hauptachsenlagen im östlichen Tauerngebiet durch Ch. EXNER 1952 zeigt einen sehr verwickelten Wechsel der Achsenrichtungen und der Achsengefälle. „Deutlich ist Einengungstektonik

und Tiefensog in tektonisch tieferen Lagen der Hohen Tauern und freie Horizontaltransporttektonik in den oberen Stockwerken“ (S. 8).

Mit Recht wird auf die Wirkung eines verwickelten Tiefensoges hingewiesen, der aber nicht im Einklang steht, wie man unvoreingenommen sagen muß, mit einem einfachen Deckenmarsch über die Zentralalpen von S nach N. Vielmehr zeigt die zunehmende Wechselbeanspruchung gegen unten, daß hier ganz andere, und zwar aktivere, teilbeweglichere Antriebe ihren Sitz haben mußten. Dagegen sorgte offenbar die stauende Verspannung zwischen beiden Narben im Hangenden für viel gleichartigere Hauptbewegung. Nach unten, aber nicht nach oben vermehrt sich die Bewegungsenergie. Durch sie wurden die oben gestauten Hangenddecken unterwälzt. Die Veranstaltung eines ostalpinen Deckengroßmarsches über einem ohne Zweifel zeitlich und räumlich höchst wechselvoll verarbeiteten Geoplasma kann dagegen nicht als wahrscheinlich bezeichnet werden.

Wie sehr es für die bisherige Auffassung an sicheren Grundlagen fehlt, das ergibt sich immer wieder bei Durchsicht der Literatur. So schrieb z. B. H. P. CORNELIUS 1940, 271: „Dagegen ist die Fortsetzung der Kalkalpen in den W-Karpaten zweifellos von S überschoben; dies muß daher auch für die Kalkalpen selbst gelten!“ Von solchen allzu großzügigen und als einwandfrei gehaltenen Schlüssen muß abrücken, wer an einen soliden Neubau unserer Theorie gehen will.

Der hinsichtlich der Unzahl seiner Geländebeobachtungen ausgezeichnete Autor hatte versucht, auf hergebrachtem, jedoch schwankendem Boden zu bauen. Er gab zu, daß der Gedanke der Verschluckung „so zwingend ist, daß es schwer einzusehen ist, weshalb er sich nur zögernd durchsetzt“. Die mechanischen Unmöglichkeiten der Annahmen über Wurzeln u. a. werden erkannt.

Man lehnte jedoch die ursprüngliche Auffassung einer relativ autochthonen Lage der Nordkalkalpen ab. Doch sollte dies im Einklang stehen mit der Beweiskraft der tatsächlichen Beobachtung. Für jene parautochthone Lage spricht nämlich folgendes:

1. Die Pinzgau-Längsstörung mit ihrem Mylonit-Ton (W. HEISSEL 1951) und mit ihrer tiefreichenden, senkrechten Zerspaltung, welche die Nachbarschaft amputiert, unterscheidet sich kaum von normalen Narbenschnitten (1936). An einem solchen wurde im Unterinntal gegen W ähnlich die Nordgrauwackenzone verschluckt wie im Pinzgau gegen W das zentralalpine, der Unteren Schieferhülle eingespießte Mesozoikum. Aber kein Narbenschnitt, da er primär überwiegend senkrechte Verfrachtung vermittelt, garantiert etwa für eine (ursprünglich immer flache!) Deckengrenze.

2. Ein wirklich durchgreifender Gegensatz zwischen dem paläozoischen, petrologisch gleichartigen, bisher hier fossilfreien Dunkel-Phyllit der „Fuscher Phyllite“ im S des Pinzgaus (Untere Schieferhülle) und den Wildschönauer Schieferen (Nordgrauwackenzone) im N konnte von L. KOELBL, H. P. CORNELIUS bis H. HOLZER 1953, 116, trotz aller Bemühung nicht gefunden werden. Weder jener Narbenschnitt noch einige kleine Faziesunterschiede können ihn begründen. Und doch hinge hier an einem scharfen Gegensatz von N gegen S der Hinweis, daß sich das „penninische Tauernfenster“ im S tatsächlich deckenmäßig abgrenzen läßt gegen das Ostalpin der Nordgrauwacke im N. Nicht einmal die Metamorphose läßt entscheiden: ihr Grad nimmt schon nördlich des Tales gegen S zu und gleiches geht im S weiter!

Sollte es ein Zufall sein, daß Bearbeiter einer Schule den Gegensatz zwischen N und S, den sie suchen, im Gelände finden, andere aber nicht? Die Auffassungsschwankungen sind gerade hier seit Jahrzehnten gehäuft: Ein Autor nimmt das zentralalpine Mesozoikum als ein von oben kommendes Unterostalpin, im Sinn der Schweizer; ein anderer sieht es als penninisches Deckenglied an. Ein Bearbeiter verlegt die senkrechte Unterfläche der Grauwackenzone in den Talgrund, ein anderer an den Südrand jenes Mesozoikums.

Solch unentschiedenes Hin und Her guter Geländebeobachter ist doch wohl ein Kennzeichen dafür, daß um eine unrichtige, unbeweisbare Hypothese gekämpft wird, der sich die Beobachtungen nicht fügen.

3. Man beachte die Tatsache bei E. BRAUMULLER, daß die Sedimente der Tauernnordseite auf mehrere Kilometer Breite steil bis senkrecht stehen. Das ist mit einer Horizontalüberschiebung oben von einer aus der Tiefe im S emporquetschenden „Wurzel“ her unvereinbar.

Mechanisch erscheint auch unverständlich die Deutung der scharfen SO-Vergenz in den schönen Mulden des Ankogelmassivs durch die angeblich oben aus SO vorgestoßene Hochalmdecke (Ch. EXNER 1949, 302).

Auch die sehr guten neuen Arbeiten müssen ganz verschiedenes Ausgangsgestein annehmen, das früher oder später (wann?) eine gemeinsame metamorphe Uniform oder Umprägung erlitten hat. Daraus sollte man folgern: Eine derartig hochkomplizierte (E. CLAR 1953, 97) und noch lang nicht geklärte Strukturgeschichte unserer metamorphen Zentralalpen gibt eben noch keine gesicherten Aussagen über Art und Richtung der alpidischen Hangend-Tektonik.

Ein wertvoller Gedanke L. KOBER's war es, das Pennin im O nicht als Decken-Fortsetzung der Schweiz, sondern nur als penninische Gesteinsfazies

anzusprechen. Denn inkonsequent ist es, wenn man „angesichts der Großtektonik“ das tatsächlich Beobachtete bzw. nicht Beobachtete nicht mehr als maßgebenden Prüfstein gelten läßt, sondern es umzudeuten versucht nach einer aus dem W bezogenen Hypothese.

Soweit sie tatsächliche Beobachtungen bringen, sprechen ja auch die neuen Arbeiten durchaus für die vom Verfasser angebahnte Unterströmungstheorie. Und es ist ein großer Irrtum, wenn man schreibt, diese wäre „auf Grund einer veralteten Literatur“ in vollstem Gegensatz gegen die Natur aufgestellt. In Wirklichkeit hat neben der eigenen Geländekenntnis die ganze Spezialliteratur Pate gestanden.

Wie wäre es, wenn man die verhärteten Rastvorstellungen über „Pennin“, „Unterostalpin“, „Oberostalpin“, „Tauernfenster“ in den Ostalpen erst dann als erwiesen anerkennen wollte, wenn nicht allein petrographische Konvergenzen, sondern bewiesene Fortsetzungen nach Alter und Deckenzugehörigkeit vorliegen? Unmöglichkeit solcher Beweise spricht noch keineswegs für sie.

Sogar in der Schweiz, in den französischen und italienischen Alpen sind jene Begriffe bzw. deren Abgrenzungen und die Wurzelfrage sehr ins Schwimmen geraten. Stammen sie doch aus der heroischen Frühzeit unserer Deckenlehre, als die heute verfügbaren Voraussetzungen weder methodisch noch regional schon erfüllt sein konnten.

Die parautochthonen Nordkalkalpen.

Wären tatsächlich die Nordkalkalpen einst zwischen den Südalpen und der zentralalpiner Fazies abgelagert worden, wogegen Fr. HERITSCH 1923, 200 f. bekanntlich schon genügend Gründe beigebracht hat, so hätten fazielle Beweise für Faziesübergänge hinreichend enger Art zwischen dem Nordrand der auf die nördliche Flyschzone aufgeschobenen Nordkalkalpen und der mesozoischen Matreifazies, andererseits zwischen der Berchtesgadener und Juvavischen Fazies und der südalpinen sich auffinden lassen müssen.

Daß die ostalpine Triasfazies nur im südalpinen Becken zu Hause sein kann und daher nur einer oberostalpinen Decke angehört, ist unzutreffend, wie ihr Vorkommen in anderen Gebieten zeigt. Nach 50 Jahren fehlen für die westliche Anfangsvorstellung noch immer die Nachweise.

Noch immer scheint man die längst glänzend bestätigte Tatsache eines alpinen Deckenbaues zu verwechseln mit der unbewiesenen ultranappistischen Ansicht der südalpinen Herkunft der Nordkalkalpen.

Dagegen stellt sich heute immer mehr heraus, daß, nachdem die französischen Geologen mit der Herkunft der Präalpen zwischen Pennin und Helvetiden im W (E. HAUG) recht haben dürften, die östlich fortsetzenden Klippen faziell und tektonisch das Verbindungsglied nach den öst-

lichen Kalknordalpen bilden (Verf. 1936). Dieser Gedanke ist also keineswegs so kühn wie ihn H. P. CORNELIUS noch 1940, 275, ansah.

Auch haben z. B. die unter der Allgäudecke im Allgäu hervorkommenden Schuppen nichts zu tun mit dem in der Schweiz südlich des Pennins inserierten Unterostalpin. Bei der Neubearbeitung bzw. Neukartierung (in 1:25.000) des Allgäu zusammen mit dem verehrten Kollegen MAX RICHTER haben sich in 4 Sommern vielmehr ganz andere Ausblicke eröffnet — entgegen einer „generally accepted interpretation“.

Fassen wir diese Erörterungen zusammen, so zeigt sich, daß die gesicherten Anhaltspunkte für die Herkunft der Nordkalkalpen aus den südlichen teils unmöglich zu erbringen, teils zu widerlegen sind. Damit stellen sich die Zusammenhänge heute anders heraus als sie in einem frühen Stadium unserer Kenntnis schienen.

Der Vorschlag jene Frühvorstellung unterströmungstheoretisch zu untermauern kann für die geosynklinale Hauptzeit nicht für wahrscheinlich angesehen werden. Für das Jungtertiär ist aber eine vielleicht zutreffende Deutung vorgeschlagen (vgl. unten).

Ein kleines Tauernfenster.

Das oft als „unterostalpin“ bezeichnete Zentralalpen-Mesozoikum von Matri, Radstädter Decken und Tarntaler Köpfen liegt über sehr verschiedener Unterlage. Man findet es aufgewalzt und eingespießt teils über Oberer, teils über Unterer Schieferhülle oder auch auf Innsbrucker Quarzphyllit. Vielleicht gelingt der Nachweis, daß hier nicht schon (wenigstens teilweise) eine primär-diskordante Auflagerung im N, tektonisch scharf verfrachtet, vorliegt, sondern daß der Gesamtbestand im S des Tauernhüllen-Südrandes (wie bei L. KOBER, 1942, 271) sedimentiert und dank Unterschiebung aus N in seine heutige Lage gekommen ist.

In diesem Fall kann eine Radstädter Gesamtdecke über dem Tauernkern angenommen werden, der, erosiv entblößt, weithin erscheinen würde als „Kleines Tauernfenster“.

Eine einzige alpine Tiefnarbe?

H. P. CORNELIUS hat 1940, S. 303, ein Nebeneinanderlaufen von zwei parallelen, ziemlich benachbarten Verschluckungsnarben in den Alpen für ganz unwahrscheinlich erklärt und daher, zurückkommend auf eine Anfangsidee von O. AMPFERER, nur eine einzige Tiefnarbe als wirkende Unterströmungsursache vorgeschlagen. Darin folgte ihm E. CLAR 1953, 96.

Auch bei dieser Frage kann man nicht von verschiedenen großen Wahrscheinlichkeiten über die fast unbekannte Tiefe, ohne andere Erwägungen und Grundlagen, ausgehen. Auch hier muß Verfasser dem Weg treu bleiben

vom tatsächlich Beobachteten her nach der Deutung hin, nicht aber umgekehrt.

Die von besten Geländebeobachtern erkannten Vergenzen, welche für zwei Scheitellinien, also für eine Nord- und eine Südalpennarbe sprechen (Abb. 4) sind 1931 und 1936 mitgeteilt und als Grundlage verwendet worden. Glaubt man den Folgerungen nicht, so wäre zunächst die Richtigkeit der maßgebenden Grundlagen zu widerlegen. Das aber gelingt nicht.

Da sich die Diskussion bereits grundsätzlich auf den Standpunkt der Unterströmungstheorie hinbewegt hat, so kommen wir — wohl allgemein eingeständenermaßen — nicht herum um die maßgebenden Kennzeichen von Narben-Zonen. Diese sind: Erstens die Scheitelzonen zwischen divergierenden Flanken und, soweit tiefere Stockwerke aufgeschlossen sind, zweitens steile bis senkrechte, zur Tiefe weisende Strukturen. Was sich bei solchem strukturprägendem Hinabströmen in noch größerer, nicht mehr aufgeschlossener Tiefe ereignet hat, dafür fehlen dem Geologen hinreichende Methoden zur Beurteilung. Diesbezüglich ist er somit nicht befähigt zu begründeten Aussagen.

Wenn Tauerngeologen die einzige Alpennarbe unter die zentralen Ostalpen verlegen möchten, die gewiß tief genug aufgeschlossen sind, so müßten sie in deren Medianstruktur die divergente Scheitelzone bzw. die steil bis senkrecht hinableitenden Strukturflächen nachweisen. Das können sie bekanntlich nicht.

Was man aber wirklich an steilen Tiefstrukturen sieht, das liegt am Nord- und am Südrande der Hohen Tauern; das heißt gerade dort, wo des Verfassers Narbenzüge benachbart angenommen wurden. Auch bilden, entsprechend der bekannten Annahme des einseitigen Nordschubes oben, die zentralen Tauern keinen divergenten Scheitel.

Angesichts des von Ch. EXNER 1951 gebrachten Schwerebildes zweier Tauernprofile (P. E. HOLOPAINEN 1947), die unter der Voraussetzung zutreffender Reduktionsarbeit auf einen schon von anderen und 1936, 1951 vom Verfasser angenommenen „Sial-Tiefenwulst“ unter den Hohen Tauern schließen lassen, wurde auf die geologischen Argumente zu gunsten des geophysischen Bildes verzichtet.

Dabei verwechselt man aber offenbar Leistungen der älteren, für die Schaffung der orogenen (hyporogenen) Gebirgsstruktur maßgebenden Hauptbewegungen mit jenen der jungtertiär-quartären.

Die Doppelspurigkeit des ursprünglich unter den Narben gelegenen Schweredefizits, das übrigens in Resten durch jüngste, dichtere Messungen noch angedeutet zu werden scheint, dürfte, wie schon öfter gesagt, durch Aufstieg des in den beiden Nachbarnarben orogen zu tief hinabgesaugten

und aufgeschmolzenen Sials in das Tauern-Zwischengebiet und durch Abtragung verwischt worden sein.

Nur durch solchen, wahrscheinlichen Spätaufstieg konnte ja offenbar das jung emporgeschwollene Tauerngewölbe geoplasmatisch gefüllt werden. Die heutige Lage des Sial-Tiefenwulstes kann somit als sekundär gegenüber der primären, strukturschaffenden Einengungszeit gelten (A. v. WINKLER-HERMADEN 1923, Ch. EXNER, O. SCHMIDEGG u. a.). Beweisend für eine hyporogene Einzelnarbe ist das Schwerebild nicht.

Die baugeschichtliche Entwicklung. Die Unterströmungstheorie bietet die Möglichkeit, das Verschwinden der in den Zentralalpen wegen der scharfen Deckenstapelung zu vermissenden Sockelmassen durch Abströmung derselben gegen die Nord- und gegen die Südalpennarbe mechanisch zu verstehen. Damit aber muß der ursprüngliche Zwischenraum zwischen beiden Narben früher 3- bis 4mal so breit gewesen sein als heute.

Nach dieser Überlegung schwindet die Unwahrscheinlichkeit zweier einander paralleler und benachbarter Narben. Sie hätte schon deshalb nicht aufkommen können weil sich bekanntlich die Nordalpennarbe in die Karpaten fortsetzt und weit abwendet von der Südalpennarbe, die mit Resten nach Osten weiterzieht. So tun beide ihre tatsächliche Selbständigkeit kund.

Natürlich hat auch Verfasser den einfacheren Gedanken nur einer einzigen Alpennarbe des heute einheitlich aussehenden Alpengebirges lange erwogen. Sollten nicht die beiden sichtbaren Narben nur höhere Abzweigungen einer gemeinsamen alpinen Tiefnarbe sein?

Aber der Gedanke an diese in hyporogener Zeit viel weiter voneinander entfernt gewesenen Narben, an ihre Trennung schon algonkisch-paläozoisch — wiewgleich die paläogeographische Begründung diesbezüglich noch sehr zu verbessern ist — und der Nachweis, daß diese beiden Narbenstrukturen, ob dies nun dem Theoretiker wahrscheinlich vorkommt oder nicht, durch die ganzen Alpenstrukturen verfolgt werden können, dies alles scheint eine einzige Tiefnarbe zu versagen.

In den westvergenten Nevadiden und ostvergenten Rockyiden, die ursprünglich auch getrennten Geosynklinalen entwachsen, haben wir für die Alpen einen interessanten Vergleich mit einem anderen Doppelorogen.

Ganz ähnlich konnte 1951 II, 363 gesagt werden: „Die alttertiären Bewegungen hatten einen grundlegenden Umschwung gebracht. Von nun an traten die Teilwirkungen der N- und der S-Narbenströme schon zurück. Ihre beiden Orogene scheinen verschmolzen zu sein“. Und S. 365: „Aus dem zweispurig schaffenden Doppelorogen der beiden mesozoischen und schon algonkisch-variszischen Geosynklinalen entwickelte sich alttertiär die alpine Gesamteinheit“. Sie wurde jungtertiär von gemeinsamen Vortiefen umrahmt.

Kräftig äußert sich bis heute nur noch die Innenvortiefe des Klagenfurter Beckens.

Damit dürfte — wieder für Tiefen, die geologisch noch schwer erreichbar sind — eine weitere Konvergenz der Auffassungen bestehen, die wir alle anstreben. Sie ist nun auch in der sehr dankenswerten Arbeit von E. CLAR, 1953, Abb. 2 c für die Hangendstrukturen im Einklang mit dem Verfasser skizziert. Freilich kann aus paläogeographisch-faziellen Gründen der 1951 begründeten alpinen Baugeschichte die Modellvorstellung bei E. CLAR in gleicher Abbildung a) und b) nicht geteilt werden, die eine westliche, abnorme Gesamtlage auf die Ostalpen zu übertragen sucht.

Die Ursprungslage der Inntaldecke.

Auch das Entstehungsproblem der Inntaldecke (Verf. 1949) kann als Beispiel dafür gelten, wie nötig nicht deduktive, sondern Tatsachen-nahe induktive Elemente für eine geradlinige Entwicklung unseres Wissens sind.

H. P. CORNELIUS 1939, 166, 1940, 278, für die Lachalpendecke, einem Teil der Schneebergdecke, und E. SPENGLER 1951, noch 1953, 59, für die Inntaldecke haben angenommen, daß diese „Ultra-Decken“ aus dem S den Nordkalkalpen überschoben worden seien; daß sie nicht aber verankert wären mit ihrer jetzigen Unterlage, auch nicht von dieser nur durch Teilunterschiebung (Ausschiebung) vorübergehend isoliert seien (1949).

Zwar wird die Fazieszugehörigkeit dieser Decken zu ihrer heutigen Unterlage zugegeben. Aber — wieder im Einklang mit der alten Hypothese des allgemeinen Nordschubes — wurde von beiden ausgeführt, daß dort, wo im Generalstreichen die ausgeschobene Decke vom Typ der „autochthonen Klippe“ von Fr. LOTZE zu Ende ist, eine verschluckende Narbenstörung sichtbar sein müsse. Das ist aber nicht der Fall. Auch K. BEUERLEN 1944 war übrigens ähnlicher Meinung wie E. SPENGLER.

Jene Voraussetzung ist nun aber, wie Verfasser 1949, 77; 1951, I, 399, eingehend gezeigt hat, bei einigem Durchdenken des Unterströmungsmechanismus durchaus nicht nötig.

So hat sich denn auch (K. LEUCHS 1927, Verf. 1936, 1949, 1951; SCHOENBERG im Vortrag Tübingen 1953) für die Inntaldecke mit aller Sicherheit erweisen lassen, daß sie allmählich, ohne Zwischenstörung in den westlichen und mittleren Lechtaler Alpen, auch im O gegen das Karwendel und in diesem selbst in die unterliegende oder neben ihr liegende Lechtaldecke übergeht. MAX RICHTER hat, mit begreiflichem Echo, nach der Tübinger Tagung festgestellt: „Die Inntaldecke ist tot.“

Es ist m. Es. Sache des Übereinkommens, ob man nur dann von einer „Decke“ sprechen will, wenn sie heute allseits isoliert ist, was wenigstens im Frühstadium nie zutreffen kann. „Tot“ aber ist jedenfalls die (seit

1927 als unrichtig bekannte) Meinung, es handle sich nicht um eine der anderen, gleichfalls über der Nordalpennarbe ausgeschobenen Narbendecken, sondern um eine aus dem S, vielleicht von der Unterlage der Ötztaldecke her, auf die Lechtaldecke aufgeschobene Einheit.

Die strukturellen Folgen eines höheren („Hyporheon“) und eines tieferen („Bathyrheon“) Unterstromstockwerks in den Alpen.

Vorstehend wurden einige, für die Ostalpengeologie aktuellere Struktur-schaffende Bewegungsvorgänge herausgegriffen. Mechanisch können sie wohl am besten verstanden werden als Folgen einer geosynklinal absenkenden Konvektionsströmung.

Dafür sprechen neben den beobachteten Strukturformen und den von D. GRIGGS 1939 mitgeteilten Versuchsergebnissen mit viskosen, von unten erwärmten Flüssigkeiten die kürzlich von H. JEBSEN - Marwedel und G. SOLLE veröffentlichten Bilder (Abb. 2). Wir setzen neben diese, ohne gewollte Versuchsbedingungen in einem sehr ausgedehnten Glasschmelzfluß einer Glasfabrik beobachteten Profile (1953) das Profilschema (Abb. 1) zur Verdeutlichung der Unterströmungstheorie, das Verfasser 1932 publiziert hatte. Die Ähnlichkeit ist frappant.

Ablehnende Gedanken, 1952 von R. W. van BEMMELEN ausgesprochen, gehen nicht aus von geologischen Beobachtungstatsachen, sondern von, freilich recht anregenden, Deutungsgedanken über die noch sehr wenig bekannten chemisch-physikalischen Möglichkeiten in größerer Erdtiefe und in Meteoriten.

Dabei ist zuzugeben, daß die in manchen Zeiten sehr klare Energiezunahme der orogenen Ereignisse in ihren wahrscheinlichen Ursachen nach wie vor ein ungelöstes Problem bleibt. Da sind Fernziele unserer Bemühungen.

Beim Versuch einer unterströmungstheoretischen Ordnung der tektonischen Beobachtungen und der baugeschichtlichen Hinweise hat man sich nun zu fragen, ob alle Strukturen durch lokale, abwärtige Narbenströme deutbar sind. Ob nicht vielleicht auch Tendenzen vorliegen, die räumlich über das gut umschriebene Gebiet des geosynklinalen Hinabbaues und zeitlich über sein Normalgeschehen hinausgreifen; die sogar vielleicht das zerstören, was offensichtlich Arbeitsprodukt jenes aufbauenden Narbenmechanismus ist.

In der Tat können solche Fremdeingriffe auch für die Alpen in großem Umfang erkannt werden. Sie wirkten während und nach Bildung der geosynklinalen Hinabbaustruktur, also auch gleichzeitig mit dieser.

So kann das ganz extreme, einzigartige Übermaß an flacher NW-Vergenz, also an SO-gerichteter Unterströmung, in den Schweizer Alpen

(Abb. 4) offenbar nicht einem steil hinabsinkenden Unterstrom gemäß sein. Denn man kann ja auch nicht etwa an die Folgen eines übermächtigen, flach SO-hinabziehenden Unterstromes denken, weil ja im Bereich der westlichen Südalpennarbe (Veltlin) Steilstrukturen erwiesen sind.

Nein, gleichzeitig mit der normalen Narbeneinengung dürfte sich als weiterer, beherrschender Eingriff noch ein zweiter abzeichnen. Da er gleichzeitig mit jener immer wieder wirkt, kann er seinen Sitz nicht im gleichen, von uns „Hyporheon“ („das unten Fließende“) genannten Stockwerk der Narbenströme haben. Er muß tief unter ihm, dieses auf seinem Rücken tragend, als weiteres Fließstockwerk mit ganz abweichender Stromtendenz geschaffen haben. Wir bezeichneten es als „Bathyrheon“ („das tief Fließende“).

Es wurde 1936, 1951 begründet, daß auch der Westalpenbogen einschließlich des Faltenjura durch einen solchen Tiefenstrom schärfer eingekrümmt wurde. Daß die seit A. ROTHPLETZ, O. AMPFERER, F. F. HAHN, SPITZ u. DYHRENFURTH, E. SPENGLER u. a. bekannten W—O-Unterschiebungen, Unterfaltungen und Längsbewegungen an steilen Führungsschienen — kurz daß die Längsstauchungen des Gesamtgebirges Folgen solcher Großangriffe während langer Zeiten waren. 1931 und 1937 im Anschluß an S. v. BUBNOFF's „Geologie von Europa“ hat Verfasser ausgeführt, daß hier ein etwa horizontaler, subeuropäischer Tiefenstrom überaus langsam zyklonal im Gegensinn des Uhrzeigers drehend tätig gewesen sein dürfte.

Ein solcher unter den Alpen einmal in junger Zeit östlich vorrückender Unterstrom veranlaßte wohl auch die jüngsttertiär-quartäre Längsdehnung des Gebirges, abzuleiten aus den Diagonalklüften und Nordrand-Dellen (Geol. Rundschau 1955), wohl noch aus A. KIESLINGER's jungen Zerrklüften am Inneralpinen Wiener Becken, wie auch aus den durchwegs mit mittlerem Einfallswinkel gezeichneten Zerrbrüchen in diesem (R. JANOSCHEK 1951, H. KUPPER, J. STINI u. a.).

Zugleich dürften durch solchen Tiefenstrom große Teile der ostalpinen, hyporheal geschaffenen Strukturen ab Burdigal kreuz und quer zu ihrem Verlauf am Alpenostrand amputiert und abgesenkt worden sein.

Ja, am lombardisch-piemontesischen Südrand unseres Gebirges wurde ebenso, ohne Rücksicht auf vorhandene Strukturen, im W die ganze südvergente Südflanke des Südalpenorogens bis hin zu seiner Narbenzone bei Ivrea schräg weggeschnitten und versenkt.

Solche gewaltsame Leistung erscheint sogar nur als Anfang der riesigen, jungtertiär-quartären Niederbrüche im Mittelmeergebiet — quer zu den meisten hyporhealen Normalstrukturen.

Nur durch unterfließende Zerrung ist wohl eine solche zertrümmernde Raumschaffung unter den versinkenden Mittelmeerböden denkbar. Dabei

drängen auf Tiefspalten offenbar die sehr ausgedehnten Basaltmassen hoch, welche die westmediterrane Überschwere erzeugten (1953). Dazwischen tauchen, durch Unterdrift aus ihrer Lage verkippte und verdrehte Orogen-trümmer wie die Balearen oder Teile Siziliens (1951) noch in höherer Schwimmlage auf.

Mögen auch die „Geschwindigkeiten“ eines bathyrhealen Tiefstromes noch geringer sein als die kreisenden Ströme in Hyporheon, mögen sie, addiert je Jahrhundert, kaum erhebliche Zentimeterbeträge erreichen, so konnten sie dank ihrer Beharrlichkeit durch viele Jahrmillionen doch das Mediterranfeld zu seiner Gegenwartsform umpflügen und damit vermutlich neubereiten für weitergehendes Geosynklinalgeschehen im Hyporheon zwischen den beiden aufeinander zuwachsenden Kontinenten.

Daß damit freilich aus einer vorbestehenden bereits kontinentalen Erdrinde ein zu geosynklinal-alpinotyper Entwicklung neu befähigter Zustand geworden sei, das ist nicht anzunehmen. Denn maßgebend für den kontinentalen Ruhezustand ist der Übergang des Tiefenmagmas in atlantische, Alkali-reichere Differentiationen. Sie sind — so wenig wie für den nachfolgend alpinen Raum am Ende des Paläozoikums — so wenig auch allgemein schon erreicht gewesen in mitteltertiärer Zeit für das mediterrane Feld.

Zusammenfassung:

Wer größere Zusammenhänge der Erdgeschichte zu erschauen versucht, darf doch niemals verzichten auf die immerwährende, maßgebende Kontrolle durch die beobachtbaren Tatsachen. Aus ihnen, aber nicht aus althergebrachten und vielfach durchaus nicht gut begründeten Vorstellungen heraus, muß auch die fördernde Kritik erwachsen. Denn „aus ihren Früchten sollt Ihr sie erkennen“; die Wirklichkeit auch der alpinen Baugeschichte.

Ausgehend denn auch von ausgedehnten Beobachtungen und geführt durch konsequente Schlüsse arbeitet schon heute der Großteil mitteleuropäischer Geologen mit den zuerst von O. AMPFERER erdachten Ideen der Unterströmung.

In den Alpen ist es nicht anders und geht es heute nur noch um die Frage, wie man dabei den Beobachtungen am besten gerecht werden könne.

(Bei der Schriftleitung eingegangen am 3. Februar 1954.)

Literaturverzeichnis.

- Ampferer O.: Über das Bewegungsbild von Faltegebirgen. Jahrb. Geol. Reichsanstalt Wien 56, 539—622, Wien 1906.
- Grundlagen und Aussagen der geologischen Unterströmungslehre. Natur und Volk 69, 337—349, Frankfurt a.M. 1939.
- Gegen den Nappismus und für die Deckenlehre. Z. d. Deutschen Geol. Gesellschaft 92, 313 ff. Berlin 1940.

- Vergleich der tektonischen Wirksamkeit von Kontraktion und Unterströmung. Mitt. Geol. Ges. Wien 35, 107—123. Wien 1944.
- Bemmelen R. W. van: Die endogene Energie der Erde. Übersetzt von H. Küpper. Verh. Geol. Bundesanst. Jg. 1953, 104—115. Wien 1953.
- Braunmüller E.: Der Nordrand des Tauernfensters zwischen Fuscher- und Rauristal. Mitt. Geol. Ges. Wien 30 (1937), 37—150. Wien 1939.
- Braunmüller E. und Frey S.: Zur Tektonik der mittleren Hohen Tauern. Ber. Reichsanst. f. Bodenforsch. 113—139. Wien 1943.
- Cadisch J.: Die Entstehung der Alpen im Lichte der neuen Forschung. Verh. Nat. Ges. Basel 54, 32—58, 1942.
- Geologie der Schweizer Alpen. II. Aufl. Bei Wepf & Co. Basel 1953.
- Clar E.: Zur Einfügung der Hohen Tauern in den Ostalpenbau. Verh. Geol. Bundesanst. 1953, 93—104. Wien 1953.
- Cornelius H. P.: Zur Schichtfolge und Tektonik der Müritzaler Kalkalpen. Jahrb. Geol. Bundesanst. 89, Wien 1939.
- Zur Auffassung der Ostalpen im Sinne der Deckenlehre. Z. d. D. Geol. Ges. 92, 271—312. Berlin 1940.
- Dal Piaz Giamb.: Le Genesi delle Alpi. R. Istituto Veneto di scienze 104, 467—498. Venezia 1945.
- Exner Ch.: Das Ostende der Hohen Tauern zwischen Mur- und Maltatal. Mitt. Reichsstelle f. Bodenforsch. I, 241—306, Wien 1940.
- Der rezente Sial-Tiefenwulst unter den östlichen Hohen Tauern. Mitt. Geol. Ges. Wien 39—41, 1946/48. Wien 1951.
- Geologische Probleme der Hohen Tauern. Verh. Geol. Bundesanst., Sonderheft C. Wien 1952.
- Heim A.: Energy sources of the earth's crustal movements. Report Intern. Geol. Congress Washington 1933, 1—13.
- Heritsch Fr.: Die Grundlagen der alpinen Tektonik. Gebr. Bornträger, Berlin 1923.
- Holzer H.: Über die phyllitischen Gesteine des Pinzgaues. Verh. Geol. Bundesanst. 115—121. Wien 1953.
- Janoschek R.: Review: „Die Baugeschichte der Alpen“, by E. Kraus. Bull. of the American Association of Petroleum Geol. 37, 455—459. 1953.
- Klebeberg R. v.: Der Westrand des „Tauernfensters“. Z. d. D. Geol. Ges. 93, 282—290. Berlin 1941.
- Kober L.: Der Bau der Alpen. Gebr. Bornträger, Berlin 1923.
- Tektonische Geologie. Ebenda 1942.
- Kölbl L.: Der Nordrand des Tauernfensters zwischen Mittersill und Kaprun. S.-Ber. m.-nat. Kl. Akad. d. Wiss. Wien, Akad. Anzeiger 23, 1932.
- Kraus E.: Die Alpen als Doppelorogen. Geol. Rundschau 22, 65—73, 1931.
- Der alpine Bauplan. Gebr. Bornträger, Berlin 1936.
- Über Hyporheon und Bathyrheon. Z. d. D. Geol. Ges. 169—173, 1950.
- Die Baugeschichte der Alpen. Band I und II. Akademie-Verlag, Berlin 1951.
- Vergl. Baugeschichte der Gebirge. Ebenda 1951 (b).
- Une Synthèse de Structure des Alpes. Scientia 46, Asso (Como) 1952.
- Zur Erklärung der westmediterranen Überschwere-Anomalie durch die Unterströmungstheorie. Z. d. D. Geol. Ges. 104, 316—320. Hannover 1953.
- Neue Gedanken zur Entstehung der Alpen. Eclogae Geol. Helvetiae 47, 61—75, Basel 1954.
- Küpper H.: Besprechung von E. Kraus: „Vergl. Baugeschichte der Gebirge“; „Die Baugeschichte der Alpen“ I und II. Verh. Geol. Bundesanst. 151—154, Wien 1953.
- Lotze F.: Über „autochthone Klippen“. Nachr. Ges. d. Wiss. Göttingen, math.-nat. Kl. IV, N. F. I, 1, 1934.
- Metz K.: Zur Frage voralpidischer Bauelemente in den Alpen. Geol. Rundschau 40, 1952.
- Quiring H.: Das Scheitelproblem. Z. d. D. Geol. Ges. 104, 2, Jg. 1952, 321—325. Berlin 1953.
- Sander Br.: Neuere Arbeiten am Tauernwestende. Mitt. Reichsst. Bodenforsch. I, 121—138, Wien 1940.

- Über Flächen- und Achsengefüge (Westende der Hohen Tauern. III). Ebenda 4, Wien 1942.
- Spengler E.: Über den Einfluß der Deckenlehre auf die Gebirgsbildungstheorien. Zeitschr. Lotos, Prag, 77, 3—5, 1929.
- Versuch einer Rekonstruktion des Ablagerungsraumes der Decken der Nördlichen Kalkalpen. I. Jahrb. Geol. Bundesanst. 96, 1—64, Wien 1953.
- Staub R.: Gedanken zum Bau der Westalpen zwischen Bernina und Mittelmeer. Viertelj.-Schr. Naturf.-Ges. Zürich 82, 1937; 87, 1942.
- Die Gebirgsbildung im Rahmen der Erdgeschichte. Verh. Schweiz. Naturf.-Ges. 1944, 25—48.
- Stille H.: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Gebr. Bornträger, Berlin 1924.
- Winkler-Hermaden A. v.: Bemerkungen zur Geologie der östlichen Tauern. Verh. Geol. Bundesanst. Wien 1923, 89—111.

Text der Abbildungen.

Abb. 1.

Profilschema einer normalen, zweiseitigen Orogen-Struktur. Nach einer Darstellung 1932, deren Mechanik jener des Konvektions-Unterstromes einer erkaltenden Glasschmelze (Abb. 2) entspricht.

Abb. 2 a, b.

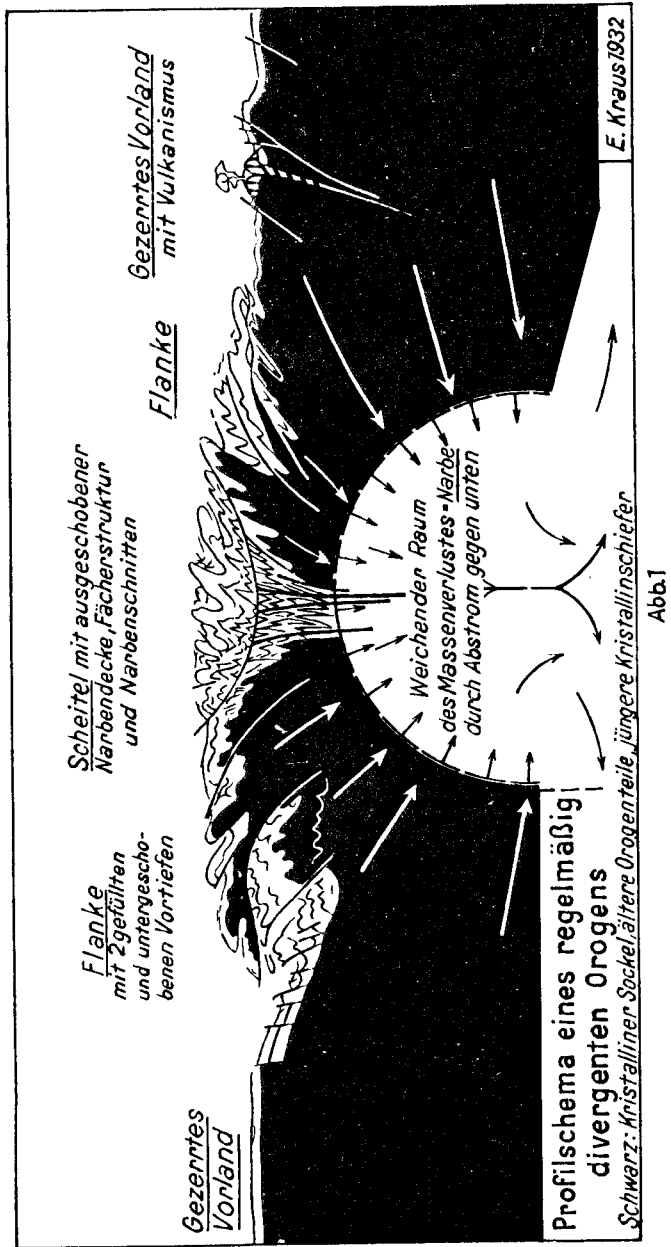
Ansichten von Oberfläche (schräg von oben) a und Profilschnitt b einer erstarrten Glasschmelzmasse von über 30 m Länge, 8 m Breite und 1,6 m Tiefe, welche in der Tafelglasfabrik Gelsenkirchen nach Erhitzen auf über 1000° sich unter Bildung von Konvektionsströmen (weiße Pfeile) abgekühlt hat. Dabei entstanden über dem absinkenden Strom an der schon zähflüssigen Glasoberfläche beiderseits gegen außen überliegende, vergente Falten (in 2 b vergrößert). Die Strömung nahm Kristallkeime und Gasbläschen (hell) nach unten mit (2 a) und zeigt so dieselbe Struktur, wie sie Verf. 1932 (in Abb. 1 wiederholt) gezeichnet hat, als typisch für zweiseitige Orogenstruktur geosynklinaler Gebirge. Die Mechanik dieser Strukturen ist im Glasschmelzbetrieb seit langem bekannt. (Nach G. Solle: „Die Umschau“, 1953.)

Abb. 3.

Schematisches Profil durch die Alpen nach L. Kober's Großorogen-Theorie. Nach L. Kober 1940.

Abb. 4.

Das alpine Doppelorogen in drei schematischen Profilen. Narben-Abstrom (Verschleppungszone) mit Doppelpfeil, ihm zustrebend die nach außen vergenten, weil unterschiedlichen Flanken, mit einfachen Pfeilen; beides im hyporheal-geosynklinalen Stockwerk. Mit dicken Pfeilen die südliche Hauptströmung im Stockwerk des Bathyrheons; die zu ihr gehörige, ins Hangende emporgreifende Teilunterströmung (gestrichelte Pfeile) unterschob mediane Decken, die sich im S stauten und daher relativ „gegen N vorrückten“. Die Narben kamen so einander näher. Vormacht einer Nordvergenz im Hangenden, besonders in der Schweiz!



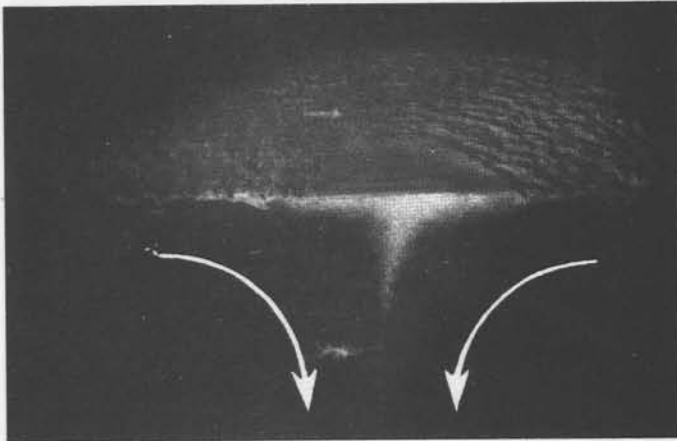


Abb. 2 a

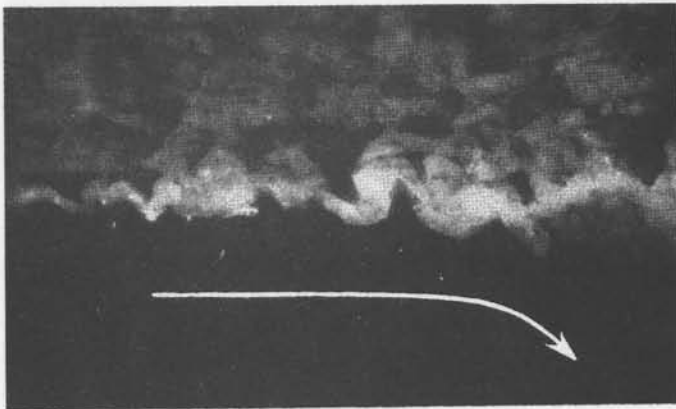


Abb. 2 b

Kraus: Neue Überlegungen zum Bau der Alpen.

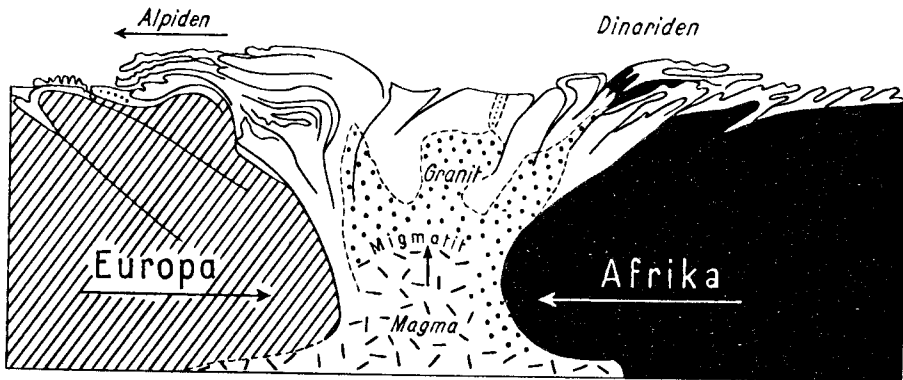


Abb.3

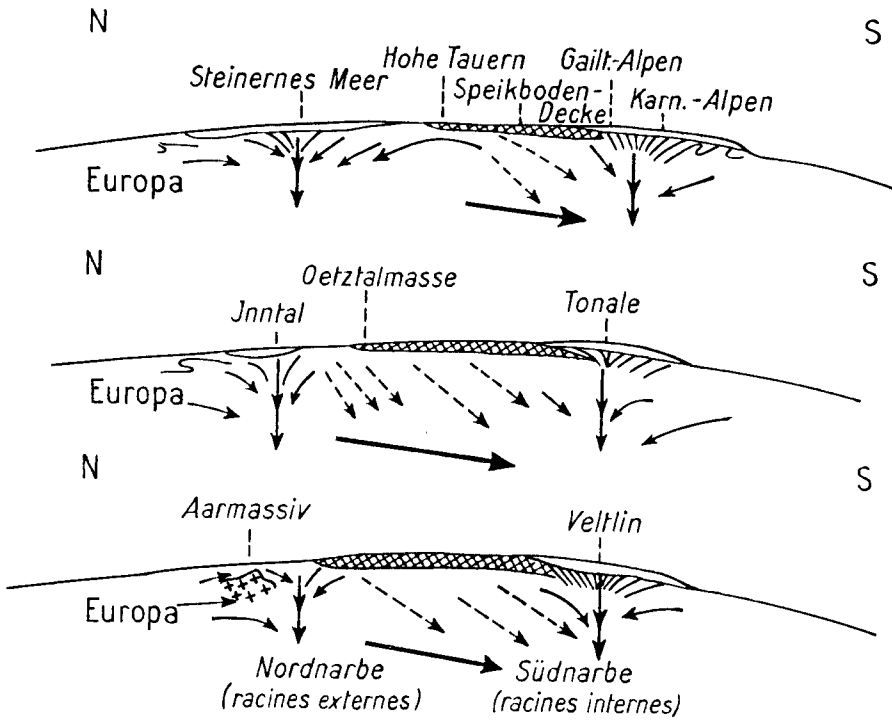


Abb.4

Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien, 47. Band, 1954