

Verh. Geol. B.-A.	Sonderheft G	S. 11— 35	Wien, Oktober 1965
Z. deutsch. geol. Ges. Jahrgang 1964	Band 116 2. Teil	S. 267—291	Hannover, Oktober 1965

Zum Bewegungsbild des Gebirgsbaues der Ostalpen

Von E. CLAR *)

Mit 2 Abb. und 4 Tafeln

Zusammenfassung:

Zum Aufbau eines mechanisch verständlichen Bewegungsbildes über das Werden der großen Züge im Deckenbau der Ostalpen (besonders deren nordöstlicher Teilbereich) werden folgende Vorstellungen erörtert bzw. begründet: Deutung des späteren Vorschubes der Nordalpen als Gravitationsgleitung von der aufsteigenden Wölbung der Zentralalpen und mit älteren transportierten Strukturen; grundsätzliche Rückführbarkeit der abgesicherten paläo-mesozoischen oberostalpinen Sedimentdecke auf das ostalpine Muralpenkristallin als zugehöriges Grundgebirge auf Grund von Strukturanalogien, dabei geringe Verschiebungsweite der „Gurktaler Decke“ und Erlahmen der Relativbewegung gegen Süden; Beispiele für relativ enge tektonische Beziehungen zwischen unter- und oberostalpinen Baugliedern; Notwendigkeit einer inneren Gliederung des Pennintrogos unter Einschluß der Flyschzone; Abschluß seiner Überwältigung durch die große Hauptüberschiebung des Ostalpin dann erst im zweiten, nachgosaunischen Hauptabschnitt des Bewegungsablaufes und Fortsetzung der Einengung des Gebirgskörpers bei dessen zentralem Aufsteigen mit Zergleiten des Deckenstapels.

Wie andere Kettengebirge heben sich von außen kommend auch unsere Ostalpen als ein Streifen besonders intensiver *V e r f o r m u n g* des Krustenbaues mit scharfen Grenzen aus ihrer Umgebung heraus. Um zu einem Verständnis dieser Verformungen und ihrer Ursachen zu kommen, sind im allgemeinen mehrere Stadien hintereinander zu durchschreiten: die stratigraphische, fazielle und tektonische Analyse, als grundlegende Hauptaufgabe der geologischen Arbeit; dann die meist nur skizzenhafte Ableitung des Ablaufes dieser Verformung als ein „*B e w e g u n g s b i l d*“ dieses Gebirgsbaues in dem Sinne, in dem O. AMPFERER diesen Begriff gebraucht hat. Über ein solches beschreibendes Bewegungsbild führt der Weg zum Verständnis des möglichen *M e c h a n i s m u s* der betreffenden Gebirgsverformungen und später einmal weiter zu einer wirklichen Erklärung im Sinne der Mechanik und *G e o m e c h a n i k*. Daß wir uns nur in den einfachsten Beispielen in diesem letzten Stadium befinden, ist neben der Unaufgeschlossenheit der Tiefenzonen die wichtigste Ursache für die vorhandene Fülle von nebeneinander vertretbaren Hypothesen.

Während in beiden Hauptabschnitten der Westalpen die Grundzüge eines solchen Bewegungsbildes heute anscheinend schon einen einigermaßen festen und allgemein anerkannten Rahmen bilden, mögen einzelne Diskussionen der Ostalpenliteratur den Eindruck erwecken, daß hier auch wesentlichste Grundzüge noch völlig gegensätzlich gedeutet werden. Zur Hauptsache geht dies darauf zurück, daß die meisten maßgebenden Darstellungen der besonders weiträumigen ostalpinen Deckenüberschiebungen von TERMIER bis heute nur wenig oder keine

*) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. E. CLAR, Geolog. Institut der Universität, Wien I.

Mühe darauf verwendet haben, das erschlossene Bewegungsbild auch durch glaubhafte Vorstellungen über seinen Mechanismus zu ergänzen und dessen mechanische Möglichkeit zu erläutern. So kommt auch heute noch Kritik und Ablehnung der Fernüberschiebungen nicht nur aus der Ablehnung ihrer Begründung, sondern noch mehr aus dem Motiv der Unvorstellbarkeit der dafür notwendigen Mechanik.

Im Kreis der österreichischen Ostalpengeologen begegnen wir heute dagegen schon einer fast einmütigen Anerkennung der tragenden Grundlinien in der Großgliederung des Deckenbaues — etwa im Sinne der Darstellung von H. P. CORNELIUS (1940) —, unbeschadet auch heftiger Gegensätze im einzelnen. Daran haben zahlreiche neue Ergebnisse vom Tauernmetamorphikum bis zur Ölforschung vor der Alpenfront mitgewirkt. Den konzentriertesten Überblick darüber in Hinblick auf die tektonische Deutung gibt bis 1962 wohl DEL NEGRO (1962).

Wie jede Übersichtskarte oder die vereinfachte Zonenübersicht in unserer Abb. 1 zeigt¹⁾, besteht die Hauptmasse der Ostalpen vor allem aus zwei in sich gegliederten Bewegungskörpern höherer Ordnung, die auf ganze Länge durchziehen, den Nördlichen Kalkalpen und dem Altkristallin Silvretta—Mur-alpen. Im tektonischen Rang oder Stockwerk sind sie das „Ostalpin“ schlechthin, entweder „Oberostalpin“ oder besonders in der neuen Gliederung von TOLLMANN (1959, 1962) „Ober“- und „Mittelostalpin“. Das tiefere, davon überwältigte und durch die alpidische para- bis postkinematische Metamorphose ausgezeichnete Metamorphiden-Stockwerk des Baues erscheint in den Ostalpen nur in den kuppelartigen Fenstern des Engadin, der Hohen Tauern und des Wechsel ganz im Osten. Die beiden ersteren sind tektonisch und faziell sicher Fortsetzungen des Pennin der Ostschweiz, im Gebiet Wechsel—Rechnitz bleibt der Vergleich noch offen. Tektonisch als Unterostalpin gelten Bauelemente, die an der Basis der ostalpinen Großüberschiebung und über dem Metamorphidenstockwerk eingeschaltet liegen und die außer in den zugehörigen Gebirgsgruppen Graubündens, des NW- und NE-Eckes der Hohen Tauern und im Semmeringgebiet nur verquälte Schuppenzonen bilden. Ihre Schichtreihe weist teilweise schon in der Obertrias, teilweise besonders im Jura auf eine Deutung als überwältigte nördliche Randteile des eigentlichen ostalpinen Sedimentationsraumes. Der Nord-Transport der ostalpinen Bauglieder über ihre einstigen Vol-lagen geht — vom Westende abgesehen — über das Pennin so weit hinaus, daß auch noch das Helvetikum als anschließendes nördliches Randgebiet der alpinen Geosynklinale überhaupt, nur in einer Kette mitgeschleppter Schuppen die Oberfläche erreicht.

Wir sind überzeugt, daß ebenso wie den Einzelbildern der Verformung auch dieser Großgliederung ein mechanisch verständliches Bewegungsbild zugeordnet werden kann. Ich kann dabei — ohne einen Prioritätsanspruch — unter anderem auf die von mir 1953 skizzierte „Modellvorstellung“ auf der Grundlage eines Vorganges der „Unterströmung“ im Sinne von O. AMPFERER oder E. KRAUS verweisen, aber auch auf VAN BEMMELN (1960), der ein grundsätzlich ähnliches Bewegungsbild („tieforogene“ Deckenstapelung und nachfolgendes Aufsteigen der überfahrenen Zentralzone) ausschließlich aus dem Angriff der Schwerkraft abzuleiten versucht.

¹⁾ Auch für das Verständnis der weiteren Ausführungen wird außer den beigegebenen oder zitierten Abbildungen eine der Übersichtskarten der Geol. B.-A. in Wien, 1 : 500.000 (1933) oder 1 : 1.000.000 (1964), empfohlen.

Im folgenden möchte ich nur auf eine kleine Auswahl neuerer Ergebnisse Bezug nehmen, die die Art dieses Bewegungsbildes bestimmen und mitentscheiden, welche Massenverschiebungen in ihm mindestens angenommen werden müssen. Wir beschränken uns dabei auf die österreichischen Ostalpen ohne Südalpen und darin auf den unserem Tagungsort näherliegenden östlichen Abschnitt.

Im Bereich des heutigen Alpennordrandes drängen sich bedeutende Bewegungsbahnen (siehe Tafel 1 und 2). Die erst mit der Obertrias beginnenden Randeinheiten der oberostalpinen Kalkalpen überschieben — wenn wir von der anscheinend unter ihnen verschwindenden, wohl pieminischen Klippenzone von St. Veit bei Wien absehen — auf ganze Länge erst die Flyschzone der Ostalpen mit Unterkreide bis Paläogen und diese wieder die Fortsetzung des Helvetikum der Nordschweiz und des Bregenzerwaldes bzw. ihre faziell abgewandelten tektonischen Äquivalente in der Buntmergelserie und der Grestener Klippenzone nach PREY (u. a. 1960, 1962).

Ihr Vorrücken gegen die Sedimente des vorgelagerten Molassebeckens hat diese in sehr wechselnder Breite gestört, so daß in Salzburg und Oberösterreich eine durchgehende subalpine Molassezone fehlt, während weiter östlich nun vor der subalpinen, geschuppten noch eine gestörte Zone abgrenzbar wird (F. BRIX, K. GÖTZINGER u. a. 1963). Schon eine ganze Reihe von Erdölbohrungen hat in Übereinstimmung mit dem Ergebnis von PREY am Molassefenster von Rogatsboden bewiesen, daß jeweils ältere Glieder der Molasse-Schichtfolge vom Alpenrand noch wenigstens mehrere Kilometer flach überschoben werden. In Oberösterreich sind (R. JANOSCHEK 1964) das Obereozän und das Oligozän durch Brüche stark gestört und tauchen gegen Süd unter die Alpenrandüberschiebung unter, während das Burdigal und das Helvet schüsselförmig auf den älteren Schichten liegen. Weiter östlich traf die Bohrung Texing 1 der ÖMV 3 km südlich des Flyschrandes unter ihm und weiteren Molasseschuppen noch auf das autochthone Burdigal. Auch am Wienerwaldrand ist Burdigal noch verschuppt. In der Sicht bis zu der nachtortonigen Flyschüberschiebung der polnischen Karpathen werden nach S. PREY (1960) und H. KÜPPER (1960) die letzten Deckenüberschiebungen am Gebirgsrande gegen Osten jünger. Die Zeugnisse für ihren Beginn liegen jedenfalls weiter innen unter den Alpen, nur die berühmte voroberaquitane Schuppung in der Bohrung Perwang 1 belegt einen über den heutigen Alpenrand nach Nord hinausgreifenden Vorläufer.

Die mitgeschleppten Molasseschuppen am Alpenrande belegen faziell noch nicht die Nähe des ursprünglichen, überfahrenen Trograndes; im Bereich S Rogatsboden ist vielmehr erwiesen, daß der tiefste und älteste Anteil des Troges erst unter den Alpen liegt (R. JANOSCHEK 1964) und daß der Vorstellung über das Ausmaß der tektonischen Asymmetrie des Molassetroges keine engen Grenzen gesetzt sind.

Das Molassefenster von Rogatsboden bezeichnet eine schon nahe dem Kalkalpenrande liegende Aufpressungs- oder Aufschuppungszone, die die hier nachburdigale Flyschüberschiebung bereits zerteilt, ihre flache Lage beweist und jedenfalls jünger ist als diese. Es spricht für ein Anhalten gleichen Baugrundsatzes der Tiefe, daß in gleicher Position (siehe Profile PREY 1962) von Salzburg anscheinend bis Wien dem Südrand der Flyschzone nähergerückte Aufbrüche von Helvetikum und Klippenzone noch schärfer als die Grenzen von Kalkzone und

Flysch selbst eine eigentümliche Geradlinigkeit im Übersichtsbild des Nordalpenrandes markieren.

Es ist für unsere Betrachtung entscheidend wichtig zu sehen, daß alle drei genannten Randzonen in den Ostalpen nirgends einen Zusammenhang mit einem zugehörigen Grundgebirgsuntergrund erhalten haben. Sie sind abgescherter, und zwar jeweils junge bis jüngste Teile der Sedimentdecke in den betreffenden Absatzgebieten. Im Streichen kann das Helvetikum erst in der Nordschweiz, der Flysch erst im östlichen Schweizer Pennin mit älteren Serien verbunden werden. Weder für das zu Lamellen mit Klippengefüge verwalzte Helvetikum noch für die mehr oder weniger offenen Faltenwellen der Flyschdecke ist vorstellbar, daß sie mechanisch selbständig wie steife Platten durch einen Schub aus dem Hinterland bewegt werden. Nur das Mitfließen und Verdrängen durch eine übermächtige Last mit oder ohne Schweregleitung kann solche Körper bewegen.

Daß die Basisabscherung der Kalkalpen keine Randerscheinung ist, sondern sie als Überschiebungsfäche über dem Flysch bis mindestens nahe an ihren Südrand unterteuft, ist heute durch den Nachweis der Flyschfenster (deren Lage siehe Tafel 1) wohl eindeutig. Die randnahen Flyschaufbrüche von Grünau im Mittel- und Brettl S Rogatsboden im Ostabschnitt vermitteln zu den südlicheren Fenstern von Strobl (PLÖCHINGER 1961) und von Windischgarsten (BRINKMANN 1936, PREY-RUTTNER-WOLETZ 1959)²⁾. Ersteres bringt 9 km vom Kalkalpenrand auch noch Helvetikum bzw. Buntmergelserie aus der Unterlage des Flysch empor, letzteres weist mit 25 km vom Nordrand die Flyschunterlagerung auf nicht weniger als zwei Drittel der Kalkalpenbreite nach. Es beeinträchtigt diesen Nachweis nicht, daß die Untergrundgesteine in den letztgenannten Fenstern nicht als flache Aufwölbungen sichtbar werden, sondern als diapirartige Aufschuppungen an zwei großen Nordwest-Störungen dieses Kalkalpenabschnittes aufgedreht sind.

Die Basisgleitfläche der Kalkalpen begleitet ferner offenbar ein sehr löcheriger Teppich von sogenannten „Schürflingen“, das sind bei der Bewegung abgescherter und überfahrene Schollen. Im Osten ist G. HERTWECK (1961) unter anderem ihrem Auftreten näher nachgegangen und hat Schürflinge, die ihrer Fazies wegen nur aus der Frankenselzer-Zone am Kalkalpennordrand stammen können, noch unter der südlichen Einheit der Ötscherdecke gefunden. Sie sind danach bei jüngeren Aufschuppungen der Basisfläche eingeschaltet und belegen einen mehr dachziegelartigen Bau und relativ sehr geringen Tiefgang des kalkalpinen Deckenstapels.

Neuerdings hat PLÖCHINGER (1963) Schollen aus dieser (bajuvarischen) Nordrandzone, an der gleichen Störungzone wie das Windischgarstener Fenster aufgebrochen, noch am Rand der hochalpinen Gesäuseberge südlich St. Gallen, das ist nur mehr ein Viertel der Kalkalpenbreite von deren S-Rand entfernt, festgestellt.

Die basale Abscherungsfläche der Kalkalpen greift gegen Süden in der Schichtreihe immer tiefer; die mittleren und südlichen Baueinheiten ergänzen sich — vielfach unter Verlust der jüngeren Schichtglieder — durch die mächtige Mittel- und Untertrias bzw. Permotrias. Wo am Kalkalpensüdrand Altpaläozoikum der Oberen Grauwackendecke (Norische Decke) anschließt, also etwa zwischen Inn und Radstadt und vom Ennstal nach Osten,

²⁾ Siehe ferner Exkursion III/2, Mitt. Geol. Ges. Wien, 57/1 1964.

steht diese Permotrias damit in einem zwar oft durch Bewegungsfugen und innere Schuppung gestörten, aber doch grundsätzlich allgemein anerkannten **Transgressionsverband**. Es ist für unsere Betrachtung nicht wesentlich, mit welchen Baueinheiten der südlichen Kalkalpen dieser Primärverband besteht und welcher hochalpine Anteil als „Ultradecken“ von einer nicht mehr erhaltenen Grauwackenunterlage weiter im Süden eingeglitten ist; auf jeden Fall speichern die an- und abschwellenden basalen Permoskythkomplexe (wie Schuppenland von Werfen) gewaltige Relativbewegungen und Anschoppungen. Die Unterlagerung durch Grauwackengesteine kann sich in den Kalkalpen anscheinend nicht weit nach Norden — nur etwa der hochalpinen Zone entsprechend — erstrecken; denn bis an diese heran bezeugen wie erwähnt Schuppen-einklemmungen nur einen Untergrund aus Flysch und dem Schürflingsteppich der Randzone, es erscheinen aber nirgends Aufbrüche der dafür sicher geeigneten Grauwackengesteine. Die nördlichsten kleinen Schürflinge aus diesen erscheinen dann weiter im Osten, östlich von Mariazell, in ungefähr gleich großer Entfernung vom Kalkalpennordrand im Bereich der Puchberg-Mariazeller Aufschiebungslinien (H. P. CORNELIUS 1939 mit Zitaten O. AMPFERER und E. SPENGLER). Wir dürfen daher annehmen, daß dieses südlichste Viertel der Gesamtbreite — natürlich in verschiedenen Meridianen verschieden — in der Größenordnung etwa den Bereich der Norderstreckung der Grauwackenunterlage unter die Kalkalpen bezeichnet. Eine ortsfeste Einwurzelung der ganzen Masse in einem so schmalen Stiel ist nicht glaubhaft.

Die meisten der älteren zusammenfassenden Konzepte der Ostalpentektonik nehmen an, daß diese Baukörper höherer Ordnung, Kalkalpen plus Obere Grauwackendecke, einmal die Sedimentdecke der zweiten Groseinheit, des **Kristallins**, war, von dem ja bescheidenere Schollen, meist diaphthoritisch, in der Basis der Grauwackendecke mitgefloßt sind (K. METZ 1953, H. P. CORNELIUS 1952).

Es ist daher zum Verständnis der neueren Auffassungen wichtig auch hier zu betonen, daß zwischen diesen beiden Großkörpern, den in allen Gliederungen „oberostalpinen“ Kalkalpen einschließlich ihrer Grauwackenunterlage und dem nach TOLLMANN „mittelostalpinen“ Kristallin, nirgends ein primärer **Verband** erweisbar ist. Von Westen bis Innsbruck ist der Kalkalpensüdrand zweifellos durch starke Bewegungen gestört, entlang der Grauwackenzone von Salzburg und Tirol liegt das fragliche Kristallin erst südlich der Tauern, im Ennstal laufen Störungen, und das Altpaläozoikum der Steirischen Grauwackenzone wird bis zum Ostende im Liegend klar durch die „Norische“ Überschiebung über das Grauwackenkarbon begrenzt. Als wichtigere Trennung schaltet sich aber unter dieser Karbondecke und als Sedimentdecke auf dem ostalpinen Kristallinzug des Troiseck der Gesteinszug **Rannachserie — Thörl** ein, in dem heute mit METZ (seit 1947) wohl allgemein mindestens die vorwaltende Beteiligung von Mesozoikum anerkannt wird.

Dieser Zug erhielt meines Erachtens erst durch TOLLMANN (1959, 1963) seine im Rahmen weiterer Zusammenhänge überlegene Deutung als die vom eigentlichen **Oberostalpin** überfahrene Sedimentdecke des tieferen, als „mittelostalpin“ bezeichneten Kristallinstockwerkes. Der Zug führt nach glaubhafter Deutung ohne älteres Paläozoikum nur Permoskyth und Mitteltrias in starker tektonischer Umformung und leichter Metamorphose, er ist offenbar nur der **Rest** einer gegen oben hin tektonisch beschnittenen Schichtfolge.

OSTALPENPROFIL IM ABSCHNITT TAUERN-MITTE

Nach H.P. CORNELIUS 1940
(etwas verändert)

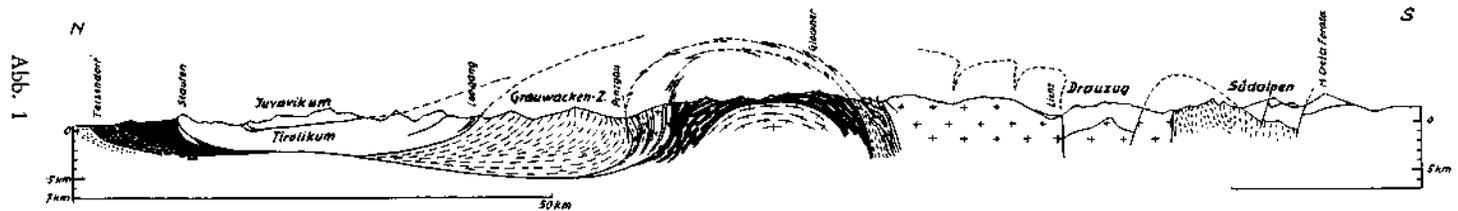
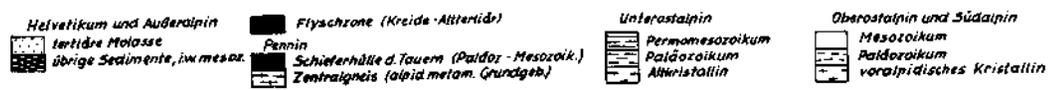


Abb. 1



Zur Betrachtung im Querschnitt sei hier in Abb. 1 der Nordteil des Profiles von H. P. CORNELIUS (1940), das durch den Mittelabschnitt der Hohen Tauern gelegt ist, wiederholt. Für die Abgrenzung des Oberostalpin als freie Schubmasse, damals noch vor allem mit Rücksicht auf das freie Ausheben gegen Westen im Rhätikon und in der karpatischen Chočdecke im Osten, sind schon fast die gleichen Linien verwendet wie im Schnitt zur Übersichtskarte 1964 der Geologischen Bundesanstalt.

H. P. CORNELIUS war selbst kein Anhänger der Gleithypothesen in der Erklärung des Gebirgsbaues der Ostalpen, trotzdem aber läßt sich gerade aus seinem Querschnitt der Vorschub der Nordalpen mit Flysch und Helvetikum über die Molasse kaum ohne Mitwirkung von Schweregleitung befriedigend verstehen. Wenn man nämlich die Nördlichen Kalkalpen auch nur um einen Mindestbetrag ihres Vorschubes über die genannten Zonen nach Süden zurücknimmt, so kommen sie über die Tauernkuppel zu liegen und dadurch in eine Position, die nach heutigen Erfahrungen über mögliche Gleitneigungen jedenfalls instabil ist; sie müßten nur sofort in die Senke abgleiten, die sie heute füllen.

Das junge Aufwölben der Zentralzone mit ihren Metamorphidenfenstern (wie Beispiel Pochhartgewölbe der östlichen Hohen Tauern, Ch. EXNER 1956) gehört vermutlich mit dem Abgleiten der Oberostalpinen Decke von ihr und deren Randüberschiebung auf die Vorsenken zu einem zusammenhängenden Bewegungsbilde. Die Notwendigkeit eines derartigen Massenausgleiches durch Gravitationsgleitung beim Aufsteigen der Zentralzone ist z. B. auch schon aus den fern solchen Vorstellungen entworfenen Profilen von L. KOBER abzulesen und ist jüngst von VAN BEMMELEN (1960) in bildhafter Skizze seiner „hochorogenen“ oder „Molassephase“ durchaus ähnlich dargestellt worden. Es gibt Hinweise, daß das Aufsteigen der Zentralzone in einer von Süd gegen Nord vorschreitenden Hebungswelle geschehen sein sollte, die die große Transportweite dieser Gleitbewegung (Größenordnung für Hangendbauglieder 80 km) leichter verständlich machen würde.

Entgegen VAN BEMMELEN halte ich aber für erkennbar, daß in diesen Bewegungen auch eine anhaltende weitere Einengung des ganzen Alpenkörpers, bzw. seines Untergrundes mitgewirkt haben muß. Wenn man auch die beidseitigen Randüberschiebungen später Phase durch Abgleiten ausreichend erklären kann, ist doch im Inneren etwa die Aufwölbung der Tauernkuppel selbst schon rein geometrisch eine Einengung, bei der in der Tiefe die beidseitigen Ufer nachrücken müssen. Wenn dieses Gewölbe dann an den großen Längstalstörungen im Norden und Süden abreißt und weiter aufsteigt (E. CLAR 1953), ist auch das am besten durch ein enengendes Nachströmen der Massen größerer Tiefe zu verstehen. Solch einengendes Unterschieben des nördlichen Vorlandes muß bestrebt sein, die ihm durch das Herabgleiten aufgelagerten Kalkalpen wieder an das als Hindernis im Süden aufsteigende Zentralalpengewölbe anzuschieben. So erhält man hier aus der kombinierten Wirkung von Schwerkraftgleitung und anhaltender Einengung im gleichen Bewegungsbilde sowohl den Fortgang der Randüberschiebungen nach Norden über das Vorland, als auch die viel diskutierten Südüberschiebungen am Kalkalpensüdrand gegen die aufsteigenden Zentralalpen. In Querschnitten führt dieser Bewegungsvorgang zu Strukturen (siehe Abb. 1, besonders Tafel 3 und 4), die ein tiefes, bis keilähnliches Einsinken und Einsaugen der auflagernden Deckenkörper erkennen lassen und die

offenbar für E. KRAUS der Anlaß waren, dort im ostalpinen Bauplan eine zweite, nördliche Einsaugungsnarbe anzunehmen.

In Tafel 2 ist in Kartenübersicht die Lagebeziehung einiger großer junger Störungslinien des behandelten Ostalpenabschnittes skizziert; auch daraus ist eine mit der jungen Aufstiegsphase interferierende Einengung dieser zentralen Aufwölbungszone abzulesen.

Die beiden großen Längsstörungen, die sie im Norden und Süden mit einigen 1000 m Vertikalverstellung begleiten, konvergieren von Ost gegen West bis zum „Vorstoß des Dinaridenkopfes“ an der Judikarienlinie, mit dem wesensgemäß auch der Vorstoß der Ötztal-Stubai-Kristallinmasse zwischen Tauern und Engadiner Fenster zusammenhängen muß. Im Sinne einer nach West sich steigernden Verschmälerung wirken auch die beiden großen, „dinarisch“ NW streichenden, im Kartenbild rechts verschiebenden Störungszonen des Lavantales und des Mölltales. Eine gleichartige Verschmälerung von Ost gegen West bewirkt auch im Tauernfenster selbst, daß es im Osten noch als breit ausladende Kuppel auftaucht (Profil Tafel 3) und sich erst weiter im Westen zu dem Steilgewölbe des Schnittes der Abb. 1 verengt. Das zum Innenbau schräge Streichen des Engadiner Fensteraufbruches wird schon seit langem mit dem einengenden Vorstoß der Südalpen und der Ötzmasse im Zusammenhang gedacht. Ganz im Osten dagegen scheint das Auftauchen des metamorphen Stockwerkes im Wechsel damit zusammenzuhängen, daß sich die sonst mächtige Überdeckung des überschobenen ostalpinen Hauptkristallins hier schon primär verdünnt und mit der Auflockerung des engen Bündels der ostalpinen Überschiebungstrukturen nach Südosten zurückweicht.

Die oben begründete Gravitationsgleitung des abgesicherten Oberostalpin, bestehend aus Kalkalpen und der Norischen Decke der Grauwackenzone kann aber nur für einen sehr bescheidenen Teil der in diesen Massen vorhandenen alpidischen Innentektonik aufkommen. Etwa die neue Tabelle der Tertiärschichtfolgen in den Ostalpen von R. JANOSCHEK (1964) bringt besonders deutlich die Schärfe der Umschaltung der Sedimentationsräume auf die Molassezeit vor dem Obereozän zum Ausdruck, von wo an dieser Bewegungsmechanismus frühestens mit der Überfahung von Flysch und Helvetikum einsetzen kann. Zu dieser Zeit war wenigstens im Osten nach dem Zeugnis der Transgression des Obereozäns von Kirchberg am Wechsel auf tiefem Unterostalpin der Überschiebungsbau der Zentralzone schon weitgehend abgeschlossen und freigelegt. Sehr wesentliche Teile der Kalkalpenstrukturen beginnen aber bekanntlich ihre Geschichte nach andersartigen Vorläufern im Oberjura vorgosauisch, wobei nur im Norden und Westen der schon mittelkretazische meist vorcenoman genannte Anteil abgrenzbar bleibt. Wenigstens in Mitte und Ost führen neuere Studien, wie z. B. von PLÖCHINGER (1961) oder G. HERTWECK (1961) zu dem Eindruck, daß unbeschadet einer späteren allgemeinen Wiederbelebung vorhandener Bewegungsfugen doch die Anlage und der Zuschnitt aller großen tektonischen Einheiten schon vorgosauisch geschehen ist. Den Innenbau der Kalkalpen bestimmen also in weitestem Umfange nicht am heutigen Ort geprägte, sondern über einer Abscherungsfläche transportierte Strukturen. Diese Basisfläche schneidet nach SPENGLER (1959; 214) bisweilen spitzwinkelig vorgosauische Schubflächen.

Die Frage, ob diese Strukturen ein Deckenbau beherrscht, sei hier vermieden, weil sie die Tendenz hat, sich ins Nomenklatorische zu verlagern. Jede voll-

ständige Decke muß auch Anfang und Ende haben, wo ihr Verschiebungsbetrag durch innere Verformungen aufgezehrt oder von anderen Trennfugen übernommen wird.

Der kalkalpine Innenbau ist wohl nach allgemeiner Ansicht Ergebnis eines *Zusammenschubes* mit vorherrschender Nordvergenz, wobei aber die Inhomogenität der Schichtfolge (z. B. Faltbarkeit), mechanische Unterschiede der Faziesbereiche und Schwächezonen ihres Überganges, in jüngeren Phasen auch Kerbwirkungen von Einschnitten vielfach den Stil der Verformung (s. z. B. A. THURNER 1962) und Ort der Trennfugen ausreichend begründen. Die Interferenz mit Querkaltung ist wohl zumeist am befriedigendsten im Sinne der Deutung von TOLLMANN (1962) als Kompensation der Dehnung nach B erklärbar.

Wie neuerdings besonders TOLLMANN (1959, 1962a) herausgehoben hat, belegen die Gosau-„Becken“ auf den Zentralalpen, daß der Zusammenschub der kalkalpinen Sedimentdecke schon in den ersten vorgosauischen Phasen zu einem abscherenden Transport („*mise en marche*“) von diesen oder über diese bald freiliegenden Teile der Zentralzone geführt haben muß; auch wenn die heutige Lage („*mise en place*“) erst im mittleren Tertiär erreicht wurde. Wir können und müssen wohl für diese erste starke Verformung des Sedimentbeckens, die in unmittelbarer Folge zu Abscherung und Einleitung von Ferntransport führt, den von HUBBERT und RUBEY (1959) dargelegten Mechanismus der Gleitung mit einem durch Porenwasserüberdruck tief herabgesetzten Reibungswinkel in Anspruch nehmen. Als beste Vergleichsbeispiele ist an die weittragenden Abscherungen der Sedimenthülle in den helvetischen oder den subalpinen Decken zu denken.

Trotz dieser Abscherung aber ist klar, daß sich mit ihr auch der damalige Untergrund verformt haben muß und daß sich daher auch gewisse Strukturzüge aus ihm im abgesicherten und weiter abgeglittenen Deckgebirge abgebildet haben sollten. Aussicht, solche Struktur-Analogien im heute getrennten Deck- und Grundgebirge zu erkennen, besteht bei uns nur im steirisch-kärntnerischen Ostabschnitt der Zentralalpen, über dem ein abgeglittener Kalkalpenabschnitt ja einmal — wenigstens vorübergehend — gelegen haben muß; denn nur hier ist ein vormesozoischer Untergrund in wirklich breiter Flächenentwicklung erhalten. Und gerade hier gibt es im Kalkalpenabschnitt einzelne Strukturzüge, von denen wir sicher sagen können, daß sie nicht einfach als Begleitverformung zur S—N-Abscherung der Sedimente und nicht als Folge der mechanischen Fazies-Inhomogenität verstanden werden können. Das ist die vorgosauische Anlage der Weyerer Bögen — bzw. der Weyerer Querbucht, die auch bei einer „großen Entstörungslösung“ dieser Strukturen verbleibt (G. ROSENBERG 1960) — und die Gruppe der schon vorgosauisch angelegten NW-Strukturen westlich davon (PLÖCHINGER 1961a).

In der Beilage Tafel 1, die gleichzeitig eine Übersicht der Hauptzonen nach der Karte von VETTERS ist, haben wir diese einander zuordenbaren Strukturen mit dicken Linien nachgezogen. Soweit sie voll ausgezogen sind, folgen sie bedeutenden tektonischen Fugen, strichliert sollen sie nur den besonderen, vom generellen Streichen der Hauptzonen und der aus N—S-Einengung ableitbaren Bauformen abweichenden Richtungsverlauf der maßgebenden Strukturelemente bezeichnen.

Wie schon lange bekannt (s. neuerdings H. KÜPPER 1960), kehrt das V-ähnliche Streichbild des Bereiches der Weyerer Bögen in den Nördlichen Kalkalpen

(in unserer Tafel mit „2“ bezeichnet) recht ähnlich weiter südlich im „Steirischen Kristallinknoten“ (Bereich „4“ der Tafel) innerhalb des „mittelostalpinen“ Muralpenkristallins wieder. Die Ähnlichkeit verstärkt sich, wenn man wie in unserer Abb. westlich der Bögen eben das vom inneren Streichen der Randeinheiten abweichende NW-Streichen der nach PLÖCHINGER schon vorgosauisch angelegten großen Schwächezone Windischgarsten — Grünau und des Sengsengebirgsrandes heranzieht. Die zwischen den beiden bezeichneten Bereichen in der Grauwackenzzone des Gebietes von Eisenerz eingetragenen Linien („5“ der Tafel) markieren einen unvollständigen Ausschnitt mit gleichen Richtungskennzeichen. Wir finden also, daß sich diese gleichen auffallenden Richtungsmerkmale der Struktur ungefähr in einer N—S-Linie angeordnet nebeneinander, aber in drei tektonisch übereinander angeordneten Stockwerken wiederholen. Es ist ferner dazu noch hervorzuheben, daß am Westrand des im Kristallin liegenden Bogens eine voralpidische Anlage dieser Struktur und ihre alpidische Wiederbelebung festgestellt worden ist (K. METZ 1958, P. BECK-MANNAGETTA 1960 b). Für die eingetragenen Linien in der Grauwackenzzone, die lange als Musterbeispiel variskischer Querstrukturen galten, hat W. FRITSCH (1960) nun alpidische Formung sichergestellt.

In der umfangreichen Literatur, die sich mit der Deutung dieser größten Querstrukturen des Ostalpenbereiches und ihrer Fortsetzungen befaßt, dominiert die Vorstellung eines großen Querstörungssystems, das alte Grundgebirgsanlagen mobilisiert. Es ist aber bezeichnend, daß die Strukturen oder Störungen nicht über die Grenzen der geologischen Hauptzonen hinweg kartiert werden können und besonders an den Bewegungsbahnen der tiefen Grauwackenzzone recht weit versetzt erscheinen.

Deshalb drängt sich im Sinne des bisher gezeichneten Bewegungsbildes eher die Deutung auf, daß die Ähnlichkeit dieser Linien nicht als dreifache Wiederholung in nebeneinander liegenden Einheiten verschiedener tektonischer Höhenlage erzeugt ist; sondern daß hier durch Zergleiten eines mächtigen Formationstapels nun Strukturmuster sekundär nebeneinander liegen, die ursprünglich übereinander als zusammengehörige Verformungen von Grundgebirge und ihm direkt auflagerndem Deckgebirge geprägt wurden.

Ohne noch diese Vorstellung in gleicher Art zu präzisieren schrieb F. HERITSCH (1925 : 333) schon vor 40 Jahren: „Die Weyerer Bögen . . . bilden nicht nur den südlichen Teil der Böhmisches Masse, sondern vielmehr den nordsteirischen Gneisbogen ab“; dann zwei Jahre später (1927 : 125) : . . . wobei auch die Bogenfalten von Weyer die Abbildung einer alten Tektonik des Hochkristallins sind“.

Die Brauchbarkeit der Vorstellung vom Entstehen dieser Strukturanalogien durch Zergleiten wird dadurch bestätigt, daß sich weiter westlich eine weitere Gruppe auffallender Strukturanalogien findet, die in der Zergleitungsrichtung S—N um etwa den gleichen Betrag von rund 80 km gegeneinander versetzt sind, bei denen aber eine Deutung als zusammenhängende Querstruktur niemals in Betracht gezogen werden konnte. Im Bereich „3“ der Übersicht in Tafel 1 ist der bogenförmige Rand des Gurktaler Paläozoikums mit dem eingeklemmten Stangalmmesozoikum hervorgehoben; nach den Überlegungen auf S. 25 hat dieser Rand wahrscheinlich schon unter der permomesozoischen Transgression in grundsätzlich ähnlicher Form bestanden und ist später

tektonisch aktiviert worden. Westlich davon geben die nordweststreichenden Linien ein generelles voralpidisches Streichen im Kristallin und ihm angenähert parallele jüngere Störungsrichtungen im Möll- und Gegendal wieder. Im kalkalpinen Bereich „1“ sind als Formanaloga dieser Linien der bogenförmige Überschiebungsrand der Gamsfeldmasse und die beherrschenden NW-Linien im Streichen der (nach ZANKL 1962 und HÖCK & SCHLAGER 1964) doch autochthon verankerten Lammermasse eingetragen. Wir haben schließlich zwischen beiden Strukturgruppen noch das markante NW-Streichen in den südlichen Radstädter Tauern herausgehoben. Das ist natürlich selbst keine alte Grundgebirgsstruktur, das einst darüberliegende Kristallin fehlt bereits durch Abtragung. In der Vorstellung eines Durchpausens von Richtungsanlagen der Struktur über tektonische Stockwerke ist aber doch ein Zusammenhang mit den alten NW-Anlagen der Wolfgangseestörung und der Schafbergfalten möglich.

In dem gemäß den vorigen Überlegungen als die primäre Unterlage des oberostalpinen Mesozoikums betrachteten Kristallin ist die wesentliche Strukturbildung und Metamorphose sicher voralpidisch, wahrscheinlich variszisch; aber abgesehen von den noch keineswegs vollständig erfaßten, kartierbaren Diaphthoresestreifen sind schwache Kataklyse, Spuren diaphthoritischer Neubildungen, Klufitzerlegung und Bruchzerstückelung als alpidische summierbare Teilbewegungen so allgemein verbreitet, daß wir auch diese Massen im Alpenbau nicht als wirklich starre, unverformte Schollen betrachten müssen. Auf die Notwendigkeit, in diesen Kristallinmassen starke alpidische Verformungen vorauszusetzen die noch nicht befriedigend in wohl abgegrenzten Bewegungszonen lokalisiert werden können hat in erster Linie K. METZ seit langem und auch in letzter Zeit wieder hingewiesen. „Leitlinien“ aus dem Innenbau dieses Kristallins können sich auf diesem Wege auch ohne die unhaltbare Annahme einer regional wirkenden meso- bis katazonalen alpidischen Neukristallisation dem ehemaligen Deckgebirge aufgeprägt haben.

Wir kommen damit wieder zu der keineswegs neuen Vorstellung, daß im Prinzip doch diese ausgedehnten, nach Tollmann „mittelostalpinen“ Kristallinmassen der Muralpen der Untergrund waren, auf dem unsere oberostalpinen Kalkalpen ihre später transportierte, vom primären Untergrund mitbestimmte, „gebundene Tektonik“ erhalten haben.

Die skizzierten Struktur analogien ermöglichen als gegebene Fixpunkte einen Kontrollversuch, die Kalkalpen nicht nur im Sinne des schon klassischen Vorbildes von ERICH SPENGLER (1954, 1956, 1959) in sich zur Rekonstruktion ihres einstigen Sedimentraumes abzuwickeln, (also ihre tektonischen Verformungen auszuglätten), sondern sie dann in größten Zügen auch dem Orte nach auf dem Grundgebirge, von dem sie abgeschert wurden, unterzubringen. Diesen Versuch der Rückführung und gleichzeitig Abwicklung der Gesamtverformung hat der Herr Dr. Wolfgang SCHLAGER, dem ich für ständige Mitarbeit an dieser Übersicht hier besonders zu danken habe, zunächst vor allem in zwei kritischen Schnittstreifen, östlich des Tauernrandes und über den Semmering, unternommen. Unter Verarbeitung und gleichzeitig Überprüfung der hier niedergelegten Vorstellungen führte dieser Versuch zu dem Ergebnis, daß hier im Osten eine solche örtlich determinierte Rückführung auf den zugehörigen Kristallinuntergrund möglich ist. Westlich anschließend, in Schnitten über das Fenster der Hohen Tauern, sind offenbar zu große Flächen des darüber geschobenen ostalpinen Grundgebirges verlorengegangen, während westlich des Tauern-

fensters wegen der dort größeren jungen Einengung vorher auch im Kristallin selbst Abwicklungen großer Deckenkörper vorgenommen werden müßten.

Die untersuchten Schnittstreifen sind in den Tafeln 3 und 4 wiedergegeben, wobei jeweils im Versuch der Rückführung ohne eingehende Zeitanalyse nur zwei Hauptabschnitte der Verformungen, nämlich vorgosauisch und jünger, unterschieden worden sind. Nach der Erläuterung und Begründung einiger weiterer grundsätzlicher Gedanken zur Zeichnung dieser Schnitte und ihres Bewegungsbildes wird hier nur auf wenige der darin enthaltenen Einzelheiten verwiesen. Weiteres wird W. SCHLAGER in anderem Zusammenhange darstellen.

Die Hauptschwierigkeit der georteten Abwicklung ist mit P. FALLOT (1960/1) „le problème de l'espace“, wenn die zur Unterbringung erforderliche und die tatsächlich verfügbare N—S-Erstreckung des Grundgebirges sich nicht entsprechen und wir Gefahr laufen, die unbekannte und daher sozusagen wehrlose Tiefe unter dem Gebirge mit übergroßen, geophysikalisch nicht mehr begründbaren Verschluckungen zu belasten; das trotz voller Anerkennung des Verschluckungsmechanismus an sich als Tiefenmotor der Verformungen des Gebirges.

Die Abwicklung mußte anstreben, räumlich sparsam zu sein und es sind zunächst noch einzelne wichtige Voraussetzungen kurz zu erörtern, die in dieser Richtung wirken; nämlich die Frage der notwendigen Abwicklungsbreite der Kalkalpen, das Problem der Gurktaler Decke und der Abtrennbarkeit des „Mittel“- vom Oberostalpin in tektonischer Hinsicht, der S- und Nordrand des Kristallins mit der Beziehung zum Unterostalpin; schließlich sind noch Bemerkungen über den penninischen Tiefbau angeschlossen.

Obwohl die Genauigkeit und Grundlagenverarbeitung der Abwicklung SPENGLERS unerreicht bleibt und nicht korrigierbar ist, neigen doch meiner Kenntnis nach schon viele Alpengeologen dazu, daß die Abwicklung auch raumsparender zulässig ist. Einsparungen erscheinen möglich a) durch Reduktion plattenartiger Verbindungen verdeckter Stockwerke (Deckenstapel) und mehr Ausquetschen und Durchscheren, b) gleichartig bei der Verbindung von Deckschollen mit möglicher gravitativer Eigenbewegung, c) durch Annahme kürzerer Schätzdistanzen in nicht erhaltenen Faziesübergängen, wie das neueren Aufnahmen entspricht, d) durch Einortung der Salzbergfazies neben Zlambach statt am Südrand mit an 25% Einsparung (doch tektonische Überprüfung am Plassen schon lange fällig!), e) durch Beachtung der Möglichkeiten dachziegelartiger Lagerung infolge Zergleitens von Schichtstößen. Wir haben durch Versuche den Eindruck, daß dann mit einer Einengung auf etwa die Hälfte an Stelle von etwa ein Drittel bei SPENGLER das Auslangen zu finden ist.

Gegen S ist das als Untergrund verfügbare Grundgebirge mit dem Drauzug begrenzt, der wohl trotz deutlicher Bewegungszonen an seinen Rändern als ein steil eingesenkter Faltenstreifen ohne sehr bedeutende Horizontalverschiebung gegenüber dem Kristallin gedeutet werden muß. Der ganz junge Nordschub seiner Fortsetzung in den Nordkarawanken bleibt hier übergangen, kann aber eine begrenzte Rückführung der Ostkärntner Trias gegen Süden motivieren.

Das Paläozoikum der Gurktaler Decke auf dem Kristallin östlich der Hohen Tauern ist in E—W-Richtung etwa gerade so breit, wie nördlich davon im Zuge der nach N gefrachteten Grauwackenzone das Paläozoikum aussetzt (siehe Tafel 1). Bei gleicher Folge der tektonischen Bauglieder, nämlich über dem „mittelostalpinen“ Kristallin eingekeiltes Mesozoikum, dann Oberkarbon das

von „oberostalpinen“ Altpaläozoikum überwältigt wird, ist man versucht, es für ein am Rücken der Zentralalpen zurückgebliebenes Stück des Grauwackenstreichens zu halten; zwar widersetzen sich Unterschiede des Schichtbestandes dieser direkten Verbindung, die Gleichsetzung als tektonisches Stockwerk im Sinne von TOLLMANN und von FLÜGEL findet aber kaum mehr Widerspruch. Die älteren Grundlagen und Deutungen finden gedrängteste Zusammenfassung bei FLÜGEL (1960), wozu seitdem eine Reihe von Stellungnahmen zur Deutung durch TOLLMANN (1959, 1963 u. a.) kommen (P. BECK-MANNAGETTA, 1960 a, b, A. THURNER 1960, 1964, S. PREY 1963 und wieder TOLLMANN).

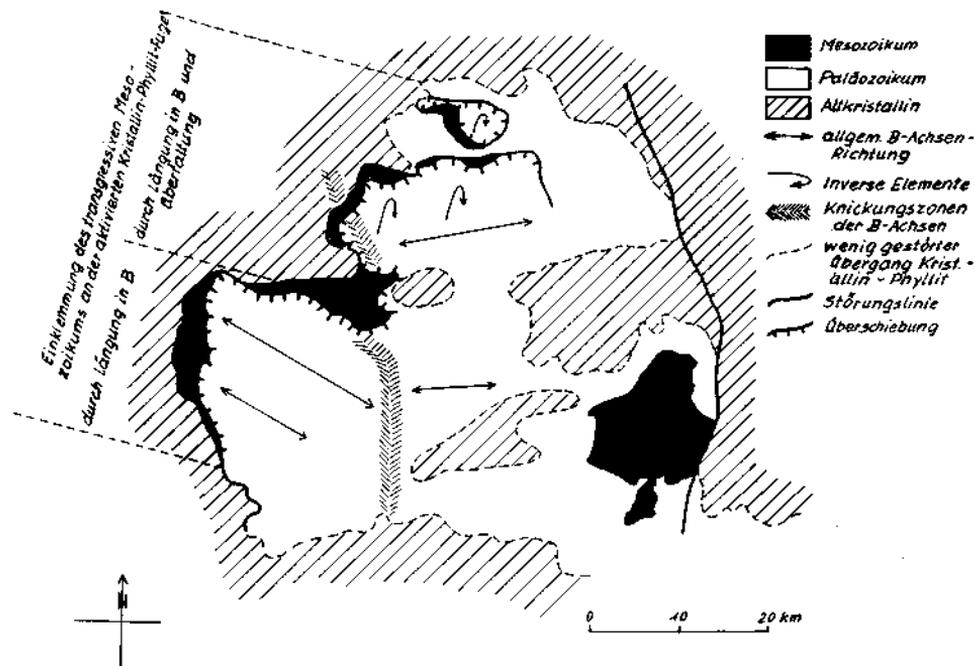


Abb. 2: Skizze zum tektonischen Verband der Gurktaler Decke. Grundlage P. BECK-MANNAGETTA, 1960.

Die eigentliche Problematik der „Gurktaler Decke“ liegt darin, daß zwischen den geologischen Feldbefunden im Nordwesten des Paläozoikums einerseits, im Osten und Süden andererseits scheinbar ein echter Widerspruch herrscht (siehe für das Folgende Textabb. 2). Im Nordwesten ist mit H. STOWASSER (1956) auf eine Sehnenlänge von etwa 50 km die tektonische Abtrennung des Paläozoikums vom „Altkristallin“ durch die Zwischenschaltung von klar überschobenem Mesozoikum eindeutig. Es ist aber doch nicht unwesentlich festzuhalten, daß die Überschiebung nicht überall ihre Modellposition zwischen Kristallin und Paläozoikum hat, sondern in Murau die wohl paläozoische Bänderkalkserie unter der Trias auf der Kristallinseite liegt und im Westen mehrfach mesozonales Kristallin über der Trias das Paläozoikum einleitet. Die auch für die Begründung der Gurktaler Decke herangezogene triasverdächtige Einschaltung von Karbonatgesteinen von Mühlen bei

Neumarkt im Nordosten bleibt hier außer Betracht, weil sie nach dem Urteil zweier bester Kenner großer Gebiete dieses Raumes (W. FRITSCH 1962 a, A. THURNER 1964) in die Seriengesellschaft des Paläozoikums zu stellen sind. Ebenso kann der „Grenzquarzit“ der Gerlitzten im Südwesten keine tektonische Grenzlinie begründen.

Im Süden und Osten liegen aus dem letzten Jahrzehnt durch eine Arbeitsgemeinschaft die bisher ausgedehntesten Neuaufnahmen 1:10.000 aus unseren Zentralalpen vor (siehe E. CLAR, W. FRITSCH, H. MEIXNER, A. PILGER, R. SCHÖNENBERG 1963 und dort angeführte Literatur). Dabei konnte keine größere Bewegungsbahn zwischen dem sicheren oder vermuteten Paläozoikum und dem Hochkristallin darunter festgestellt werden: es bestätigte sich vielmehr überall, wo nicht die jungen Bruchsysteme stören, eine geschlossene Serienfolge mit Abklängen der Metamorphose von hochkatakazonaler Fazies bis zu „anchimetamorphen“ Sedimenten und Vulkaniten (W. FRITSCH 1962 b). Auch im Inneren haben die Neuaufnahmen von P. BECK-MANNAGETTA (Übersicht 1960 a) gezeigt, daß in flachen Aufwölbungen des Kristallins (Friesach, Wimitz, Oberhof) sein nicht durch große Ablösungsflächen gestörter Verband mit den Phylliten bis einzelne km an den NW-Rand (Flattnitz) heranreicht, in dem das Mesozoikum eingeklemmt ist. In grob zusammenfassendem Überblick beherrscht das Gesamtgebiet ein Verformungsplan mit B-Achsen von W—E bis NW—SE, weit verbreitet in Verknüpfung mit lokal gehäuften Faltungen quer dazu, die wohl als Zeugnisse einer Streck-Stauchung B—B' zu deuten sind. Die Generalfaltenachse WNW—SSE erweist sich im Kristallin und Altpaläozoikum als voralpidische, variszische Anlage, sie ist aber auch im eingeklemmten Mesozoikum die herrschende Faltenrichtung. Die Querschiebung ist nach meiner Kenntnis im phyllitisch-schiefrigen Paläozoikum und im Mesozoikum wesentlich häufiger als im hochmetamorphen Kristallin. Offenbar ist also hier eine durch voralpidische Verformung bestimmte Anisotropie richtungsmäßig in der alpidischen Verformung wiederbelebt worden.

Genen den älteren Gedanken einer kleinräumigen Einklemmung dieses Mesozoikums durch Aufschub gegen W bis NW wendet TOLLMANN neben der regionalen Verbreitung gleichartiger Lagerung ein, daß es hier gerade normal auf die dafür notwendige Bewertungsrichtung keine B-Achsen gibt, die Bewegung könnte nur etwa normal auf die vorhandenen B-Achsen, also über mehrere Zehner von Kilometern gegen N und NE erfolgt sein. Er zieht als seine Überschiebungsbahn auch im Osten und Süden entgegen den dortigen Aufnahmeergebnissen ohne Beleg durch Mesozoikum durch und stützt sich dabei auf die überholte und z. B. schon von METZ (1957) nicht mehr übernommene Eintragung einer breit ausgedehnten Diaphthoresesezone auf Blatt Hüttenberg-Eberstein.

Hier ist daher nach meinem Einblick die Lösung von TOLLMANN in der bei so großzügigen Versuchen unvermeidlichen Tendenz zur Schematisierung zu weit gegangen und hat die Möglichkeiten zu einer den Geländebefunden besser angepaßten Deutung nicht ausgeschöpft. Das Postulat einer Überschiebung auch am Ostrand ist nur zwingend, wenn sich der Überschiebungskörper nur ähnlich einem steifen Brett ohne wesentliche innere Verformung bewegt haben kann und wenn B-Achsen nur Transporte, nicht auch bloße Einengung belegen würden.

Die beidseitigen, mühsam erarbeiteten Geländebefunde lassen sich nämlich auch in einem harmonischen Bewegungsbild vereinigen, das dadurch automatisch höheren Erklärungswert hat: Das Permomesozoikum trans-

grediert in diesem östlichen Abschnitt des ostalpinen Sedimentationsraumes im südlichen Anteil auf Altpaläozoikum und Phylliten (Kalkalpensüdrand, Krappfeld, Drauzug, Südalpen), also in der typischen Folge des Oberostalpin nach TOLLMANN; im ursprünglichen Ablagerungsraum weiter nördlich (Stangalpentrias und Rannachserie als „Mittelostalpin“ nach TOLLMANN, Unterostalpin und Ostteil des Tauern-Penninikums) greift die Transgression tiefer in den variszischen Bau, direkt auf das Hochkristallin („Altkristallin“) hinab. Der wohl kaum geradlinig verlaufende Grenzbereich war vermutlich von einer mit Karbon gefüllten Senke begleitet (H. FLÜGEL 1964 : 236). Es ist durchaus verständlich, wenn diese beiden mechanisch sicher unterschiedlichen Komplexe, das postkinematisch kristallisierte Hochmetamorphikum und die Phyllitgruppe, dann bei der zur Abscherung der kalkalpinen Sedimentdecke führenden Untergrundverformung verschieden reagiert haben.

Vom vermutlich steiferen Kristallin ist die permomesozoische Sedimentdecke bis auf die bescheidenen, eingeklemmten und deformierten Reste abgesichert, mit der Phyllitgruppe ist der Verband wenigstens teilweise erhalten. Die Überprägung der variszischen B-Achsenrichtung auf das Gurktaler Mesozoikum belegt deren alpidische Wiederbetätigung; unter weiterer Einengung und Überfaltung gegen Norden müßte eine Ablösung ungefähr im Grenzbereich die Trias eingeklemmt und auch die Karbonzone überwältigt haben. Im Bereich von Murau haben wir bei Aufnahmeübungen dreimal Belege für inverse Lagerung über der Trias gefunden. Als Begleiterscheinung der Wiederbetätigung der B-Achsen bezeugen die Querfalten, Wellungen und Knickungen (BECK-MANNAGETTA 1960) auch Streckungen parallel B mit Stauchungszonen bei Raumnot. Es ist gut vorstellbar, daß das freie Westende der Phyllitmasse durch solche Streckung parallel B die über den inhomogenen Grenzbereich transgredierende Trias Einklemmt. B-lineare Verformungen überschreiten nach Messung an Fossilien, Ooiden usw. leicht die hier ausreichende Längung in der Größenordnung 10 bis 20%. Die Karbon- und Permkonglomerate erlaubten bisher keine überzeugenden Längungsmessungen; aber auf der Nachschau nach Gefügekorrelaten zu der vermuteten Großverformung parallel B fand ich im Hangend der Überschiebung des Westrandes und parallel zu dieser reichlich Scharen von streckenden Okl- und hkl-Flächen mit E- und SE-Fallen. Das Lineargefüge liegt meist flacher als die Überschiebung selbst.

Die Vorstellung daß das Gurktaler Paläozoikum nur an seinem schon ange-nähert durch Erosion vorgezeichneten NW-Rand die transgressiv übergreifende Trias als Decke eingeklemmt hat, sonst aber noch mit dem Kristallin in Verband steht, ist also rein tektonisch gesehen mit dem Feldbefund vereinbar. Die tektonische Trennung in ein „mittel-“ und ein oberostalpin es Stockwerk durch TOLLMANN, die sich in der Zentralalpen-Nordflanke als Gliederungspinzip so ausgezeichnet bewährt, ginge danach hier durch Aufhören der Triaseinklemmung und durch Totlaufen der Verschiebung an inneren Verformungen zu Ende. Weiter südlich aber sind nirgends mehr Kristallin und Paläozoikum durch gesicherte Trias getrennt. Der „Mittelkärntner Triaszug“ steckt auch nach neueren Detailaufnahmen (Diss. B. SCHWAIGHOFER 1964) im Kristallin und ist keine Grenzscheide.

Wenn somit in diesem Abschnitt von den tektonischen Beobachtungen her keine Nötigung zu einer weitspannigen Trennung von „Mittel-“ und Oberostalpin mehr besteht, glaube ich, daß die festgestellten Unterschiede der zuge-

hörigen Schichtfolgen allein nicht mehr Überschiebungsweiten von vielen Zehnern Kilometer und ihre Zuweisung in völlig getrennte, sich nicht überlappende Sedimentationsräume begründen können. Denn es handelt sich dabei nicht um die Abtrennbarkeit einer „zentralalpiner Fazies“ im allgemeinen, sondern hier nur darum, ob diese spezielle Schichtreihe bei einer Abwicklung der Tektonik zu einem zusammenhängenden Sedimentationsraum nur nördlich des bajuvarischen Nordrandstreifens der Kalkalpen oder auch noch innerhalb des bajuvarisch-tirolischen Raumes (hier in der Osterhorngruppe) beheimatet gewesen sein kann. Das geht aber meinem Einblick nach über die Aussagekraft der faßbaren primären Faziesmerkmale hinaus. Denn neben Schichtgliedern der engsten Kalkalpenverwandtschaft, aus denen nach der schönen Analyse von E. KRISTAN-TOLLMANN und A. TOLLMANN (1964) auch das Rhät kaum ganz herausgelöst werden kann, kommen die wesensbestimmenden Merkmale dieser Fazies (TOLLMANN 1963/160) aus Schichtgliedern der Unter- und Mitteltrias, deren Altersgenossen im Bajuvarikum tektonisch fehlen und die zudem infolge Durchbewegung und Metamorphose eine besondere Eigenart erhalten haben (wie etwa die Anisbänderkalke oder der Semmeringquarzit). Der kürzlich von PREY (1963) in beispielhaft vorsichtiger Formulierung angeregten „Denkmöglichkeit“, einen wesentlichen Anteil der Phyllite noch als metamorphes Mesozoikum zu betrachten und darauf weitgehende Faziesunterschiede zu begründen, kann ich nicht folgen.

Aber auch im Norden, wo sich das „Mittelostalpin“ eindeutig als eigenes tektonisches Stockwerk ablöst, ist die Tektonik einfacher und leichter verständlich, wenn man seinen Ablagerungsraum nicht scharf vom Oberostalpin trennt: Der Permotriaszug Rannachserie-Thörl auf dem Troiseck-Kristallin N des Müürztals enthält wohl zweifellos keine höheren Schichtglieder als Mitteltrias, alle leicht metamorph. Der ihm nach Rückführung der Kalkalpen auf die Zentralzone mindestens benachbarte Nordrandstreifen der Kalkalpen (Frankenfelder Decke) beginnt erst mit Obertrias, die an der Gleitfuge der Karnischen Stufe von ihrer stratigraphischen Unterlage abgesichert ist. Statt die fehlenden Teile durch einen eigenen tektonischen Mechanismus verschwinden zu lassen ist es viel einfacher und raumsparender anzunehmen, daß diese beiden Schichtreihen im wesentlichen übereinander abgelagert worden sind und durch Zergleiten des Schichtstoßes — ähnlich wie im Schweizer Helvetikum — getrennt wurden (Tafel 4. Parallele in Tafel 3).

Die gleiche Vorstellung kann sogar noch auf die gleichfalls über die Mitteltrias abgeschnittene Sedimentserie der höheren Schuppen des (tektonisch) unterostalpinen Semmeringsystem ausgedehnt werden (in der Abwicklung der Tafel 4 unten angedeutet). Sie gibt zugleich eine zwanglose Erklärung für die „Schürflinge“ vom Typ Semmeringquarzit aus der Kalkalpenbasis und auch für den scheinbaren Widerspruch, daß von der Križnadedecke der Westkarpathen enge fazielle Vergleiche sowohl zu den unterostalpinen Semmeringdecken, wie zu der oberostalpinen Frankenfelder Randdecke der Kalkalpen angestellt werden können.

Es muß hier vielleicht auf einige weitere, wenig beachtete Belege für die enge Verbindung von Mittel- und Oberostalpin zu den davon überwältigten, tektonisch unterostalpin gewordenen Teilen der Sedimentdecke hingewiesen werden. TOLLMANN hat die noch sehr engen Faziesbeziehungen der oberen Radstädter Deckengruppe zu den Kalkvoralpen in vielen Einzelheiten her-

ausgearbeit, wobei sich wie im Semmering spezielle unterostalpine Faziesmerkmale erst in der unteren Deckengruppe häufen. Der schärfere Fazieschnitt liegt zwischen den beiden unterostalpinen Teilstockwerken. Das obere schließt nach oben mit einer verkehrten Serie Ladin—Anis—Permoskyth — Quarzphyllitgruppe — mittelostalpinen Kristallin. Diese verkehrte Serie ist keine örtliche Erscheinung, sondern tritt auch im Osten am Rande des Semmeringsystems immer wieder auf, wo unterostalpinen Mesozoikum in breiterer Erschließung durch das „mittelostalpine“ Kristallin überlagert wird: Nördlich Kapfenberg (STINY), nicht sicher in den Schollenzügen von Stanz und Veitsch, aber wieder eindeutig im Roßkogel (Diss. G. GAAL 1963) und Drahtkogel bei Müzzuschlag und am Nordrand in der Prein. Offenbar ist die Überwältigung des Unterostalpin hier aus einer regional wirksamen Überfaltung entwickelt, die die Mitteltrias noch mitmacht, während alles Höhere meist als Decke nach Nord abschert. Es ist in diesem Bewegungsbilde gerechtfertigt, die auskeilenden Kristallinzungen bei Radstadt und bei Müzzuschlag im Prinzip als aushebende Tauchstirnen zu deuten und dem Kristallin keine wesentliche Tiefenfortsetzung nach Norden zuzuschreiben. Ob man bei solcher Lage den inversen Faltenflügel unter dem Kristallin schon als unterostalpin, oder noch als mittel- bzw. oberostalpin bezeichnen will, ist nur eine Frage der nomenklatorischen Systematik.

Es sei nur am Rande vermerkt, daß man im Rahmen eines grundsätzlich gleichartigen Mechanismus dem Innsbrucker Quarzphyllit mit TOLLMANN eine unterostalpine Stellung zuteilen kann, ohne die sehr wahrscheinliche Verbindung mit dem oberostalpinen Landecker Quarzphyllit aufzugeben. Sie würden gemeinsam ähnlich dem Zusammenhang von Radstädter und Ennstaler Phylliten eine vielfältig zerscherte Tauchstirn des Kristallins umhüllen.

Wegen des wiederholten Auftretens inverser Folgen scheinen auch die Sedimentkeile zwischen den kristallinen „Kernserien“ der Semmeringdecken (Tafel 4) aus der Zerschierung von Faltenanlagen der diskordanten mesozoischen Sedimentauflage entwickelt zu sein. Ausgangs-Modell dafür kann der Bau des autochthonen Helvetikums oder des Hochatrikums sein. Wo die höchsten dieser Sedimentkeile gegen Süden enden, liegt das „mittel“- bis oberostalpine „Muralpen“- und „Koralpen“-Kristallin ohne nachweisbare Deckentrennung auf und neben der alpidisch stärker verformten Grobgneisserie in Fortsetzung der unterostalpinen Deckenkerne (siehe WIESENER 1962, Birkfeld, Schäffern-Kirchschlag, Siegraben). Der Abwicklung des Semmering-Deckensystems im Schnitt Tafel 4 ist also folgende Vorstellung zugrundegelegt: die permomesozoische Sedimentdecke hat ursprünglich diskordant die im Untergrund durchziehende Grenze zwischen dem Grobgneisserien-Kristallin der späteren unterostalpinen Deckenkerne und dem südlich anschließenden Muralpenkristallin übergriffen; besonders in ersterem führen starke alpidische Verformungen zu Verfaltungen des Mesozoikums und zu Durchschörungen, die lange Keile aus der tieferen Schichtfolge als Mesozoikum der Semmeringdecken einklemmen, während ein höchster Anteil noch als kalkalpines Basiselement nach Norden abgeleitet. Die Grenze gegen das Muralpenkristallin wird mit Überfaltung im Stirnbereich (s. oben) teilweise ebenfalls durch solche Einklemmungen als Überschiebungsgrenze des Ober- bzw. „Mittel“-Ostalpins auf das stärker verformte Unterostalpin markiert; im südlichen Semmering-Wechselabschnitt haben diese Keile aber offenbar wesentlich über dem heutigen Auf-

schlußniveau dieser Grenze geendet. Im Sinne dieser Vorstellung sind in der Abwicklung des Schnittes zur beobachteten Erstreckung der Sedimentkeile nur einzelne Kilometer zugeschlagen worden.

Auf dieser Grundlage bleibt die seit langem bekannte, aber dann stark in den Hintergrund getretene Vergleichbarkeit der „unterostalpinen“ Grobgn eisdecken des Semmeringgebietes mit den zum Oberostalpin gerechneten Gneisen der Seckauer Masse und des Bösenstein auch in tektonischer Hinsicht sehr weitgehend erhalten. Die tektonische Abgrenzung dieser Massen von dem sie überlagernden Muralpenkristallin ist nun sogar besser markiert als die der Grobgn eise im Süden des Wechsels, seit nun K. METZ und Schüler (1964) auf Grund der ausgedehnten Neuaufnahmen dort zwischen beiden eine Schuppenkette von vermutlichem Mesozoikum ausgeschieden haben. Trotz demgemäß vergleichbarer Stellung gegenüber dem Muralpenkristallin kann man die Seckauer doch nicht gut auch als „Unterostalpin“ bezeichnen, da sie ja auf der NE-Seite von der Rannachserie überlagert werden, die im Weiterstreichen nach Ost direkt mit dem Mesozoikum von Thörl über dem typisch „mittelostalpinen“ Gleinalkristallin des Troiseckzuges zusammenhängt. Das ist allerdings nur eine Schwierigkeit der deckensystematischen Bezeichnung und fügt sich reibungslos in das eben skizzierte Bewegungsbild.

Im Gegensatz zu dieser im Osten nicht vollständigen Abspaltung basaler Kristallinkörper von der höheren Hauptmasse ist am Tauernrand das viel bescheidenere Kristallin unterostalpinier Stellung vollkommen abgetrennt und geht nach Süden in der Schuppenzone (Matreier Zone) an der Großüberschiebung über das Pennin unter.

Der Versuch der maßstäblichen Abwicklung in den beiden von W. SCHLAGER ausgearbeiteten Schnitt en der Tafel 3 und 4 zeitigte unter den behandelten Voraussetzungen das grundsätzlich sehr wichtige Ergebnis, daß östlich der Tauernkuppel die Breite des ostalpinen Kristallin vom aufgeschlossenen Nordrand bis zum steilen Narbenbereich der Drauzugmulde in der Größenordnung ausreicht, um als primärer Untergrund die abgewickelten ostalpinen Sedimente auf sich aufzunehmen. Es ist dazu weder die Annahme einer Verschluckung erheblicher Breitenanteile, noch die einer allgemeinen, nicht mehr aus den beobachteten nachmetamorphen Verformungen begründbaren Einengung nötig.

Zur Zeichnung der Schnitte selbst nur noch einige kürzere Bemerkungen. Im Schnitt der Tafel 3 östlich des Untertauchens der Tauernkuppel sind die Daten für das Pennin aus den Tauern selbst hereinprojiziert und natürlich stark schematisiert. Dabei sind in der Abwicklung auch Vorstellungen aus den westlichen Tauern (Hochstegenfazies) und den Westalpen (südpenninischer Trog) mitverarbeitet. Die Blöcke in der untersten Reihe geben jeweils die abgewickelten Teillängen der rekonstruierten aufgeschlossenen Bauglieder wieder, die Lücken dazwischen für nicht belegte verlorene Schichtstreifen sind bewußt so klein gehalten, als für die Unterbringung der Faziesübergänge und begründeter Verdeckungen vertretbar schien. Die Abwicklung der Radstädter Tauern folgt dem Grundprofil TOLLMANN 1963; ihre Einordnung als Ganzes skizziert die Vorstellung, daß die Oberen Radstädter Decken aus dem Stirnrand der Kalkalpen zurückgeblieben sind, wobei heute der Tirolische Bogen über bescheidenen Schuppenresten des Bajuvarikums die Lücke schließt. Das Stangalm-Mesozoikum ist als ein aus den Kalkalpen selbst an der Basis eingeklemmter Keil eingereicht, der

nach dem Zeugnis der Strukturanalogien an das SE-Ende der Osterhorngruppe, in die von der Gamsfeldüberschiebung und Gosau verdeckte Lücke rückzuführen wäre. Die Hallstätter Zone, Plassen—Lammertal, wird als innerhalb des Hochalpin beheimatet, nicht im Süden daran anschließbar, betrachtet. Es ergibt sich bei dieser Abwicklung ein Defizit an Kristallbasins gegenüber der heute erhaltenen Breite von einzelnen Zehnern von Kilometern insbesondere nahe der Südnarbe.

Im Schnitt der Tafel 4 über den NE-Sporn der Zentralalpen (Semmering—Wechsel) ist für die Abwicklung eine Einengungsrichtung nach 350° zugrunde gelegt. Im Semmeringsystem sind (s. oben) die Trennfugen nur einzelne km über ihre Belegung mit Mesozoikum hinaus zur Rückformung abgewickelt; die verarbeiteten Überschiebungsweiten in den Kalkalpen stützen sich auf die erschlossenen Fenster, die voralpinen Elemente sind nicht unter dem Hochalpin bis an den Südrand durchgezogen. Die Pieninische Klippenzone ist mit PREY südlich des Flyschtroges eingewurzelt, so daß sie im Sinne der folgenden Erörterungen nach Westen mitten in den penninischen Senkungsraum hineinstreicht. Beim Paläozoikum von Graz folgt die Zeichnung der Auffassung von H. FLÜGEL (1961: 151), nach der es nördlich der Grauwackenzone beheimatet ist; andernfalls müßte man diese dünne Platte nahe an 100 km hinter den Kalkalpen her nach Norden schieben. In diesem Schnitt ergibt sich unter den getroffenen Annahmen kein Kristallin-Defizit im Ostalpin.

Die Betrachtung der beiden Querschnitte gibt Gelegenheit darauf hinzuweisen, daß das geschilderte Bewegungsbild auch einen neuen Gesichtspunkt zur Deutung der Zonenanordnung der alpidischen Metallogenese liefert. Der Herd für den azendent-epigenetischen Anteil der spätorogenen und in bezug auf die tektonischen Strukturen post- bis parakinematischen Vererzung kann nach heutiger Einsicht nur im Mobilisationsbereich der metamorphen Tiefenachse des Gebirges gesehen werden. Die Mobilisation dieses Bereiches vollzog sich in Oberkreide und Alttertiär unter der sich darüberschiebenden ostalpinen Großdecke, bis deren Hangendstockwerke nach Norden abglitten. So wie auf Grund der Strukturanalogien (S. 20) das heutige Nebeneinander der geologischen Zonen auf ein einstiges Übereinander beziehbar wird, so kann auch das heutige Nebeneinander der metallogenetischen Zonen auf den gleichen Vorgang des Zergleitens in jüngerer Phase aus einer ursprünglichen vertikalen Folge während der Lage über dem Herdgebiet abgeleitet werden. Der bestechendste Hinweis auf diesen Vorgang ist die schon von W. PETRASCHECK stark hervorgehobene Verdopplung der Sideritzonen. In Nordkärnten und im Wechselabschnitt steht der reichen Sideritzzone der nach Norden abgeglittenen Grauwackenzone parallel dazu eine südlichere Sideritzzone im tektonisch tieferliegenden und zurückgebliebenen Kristallin (mit relativ autochthoner Sedimentdecke) gegenüber. Wenn man die beiden gedanklich übereinander anordnet, entspricht dies im Mittelabschnitt auch einer Abfolge ihrer Bildungstemperatur.

Die gedachte Rückführung der Sedimentdecken auf das zugehörige Kristallin erleichtert grundlegend auch das Verständnis für die Realität der großen ostalpinen Hauptüberschiebung, nämlich des ostalpinen Großkörpers über das Pennin. Denn die gewaltige aufgeschlossene Weite dieser Überschiebung von mehr als 100 km geht ungefähr zur Hälfte auf das Konto der voraus-eilenden Abscherung und Abgleitung der Sedimentstapel Grau-

wackenzone plus Kalkalpen; nur diese vorstoßenden Abscherungs- und Gleitmassen schließen die Tauernnische im Norden zu einem echten Fenster. Glättet man gedanklich dazu die Kuppelwölbung des Tauernpennin als spätere Verformung wieder aus, so bleibt für das „Altkristallin“ als die aus der Tiefe ausgescherte Trägerdecke des Ostalpin nur eine — allerdings recht flach liegende — **Aufschiebung** auf die sich weiter einmüldende Penningeosynklinale (siehe vorgosauisches Stadium in Tafel 3 und 4).

Es ist heute wohl schon allgemeine Überzeugung, daß sich diese große Bewegung noch in einem nach E. KRAUS „tiefrogenen“ Abschnitt der Gebirgsbildung, einem „Hinabbau“ vollzogen hat; die penninische Eugeosynklinale wurde unter fortschreitender weiterer Einmüldung schräg unter den südlich anschließenden Block des Ostalpins hineingetrifft. Dabei wurde jedenfalls die Möglichkeit einer **Sedimentation** schrittweise von S nach N ausgeschaltet und die Trogachse verlagerte sich nach Norden.

Es bestehen Differenzen darüber, wann bei diesem Vorgang der penninische Trog, besonders im Bereich des **Tauernfensters**, überfahren und ausgeschaltet wurde. In letzter Zeit legt besonders TOLLMANN dieses Ereignis im Sinne von KOBER mit neuen Argumenten in die Bewegungen der Mittelkreide, während besonders R. OBERHAUSER (1963) aus dem Studium der ostalpinen Kreide erst einen Zuschub des Pennintroges im Tertiär für möglich hält. In Diskussionen habe ich mich bereits OBERHAUSER angeschlossen.

Die Differenz der beiden Aussagen stammt aus der Verschiedenheit der Bereiche, auf die sie bezogen werden. Es scheint mir eine besonders glückliche Zuordnung, wenn vom Westen kommend R. TRÜMPY (1960) auf seiner Übersichtsskizze die **Flyschzone** der Ostalpen — ohne viel Aufhebens davon zu machen — als Sedimente des **Penningürtels** einträgt; OBERHAUSER bestätigt als einer der besten Kenner des Grenzbereiches die Berechtigung dieser Auffassung. Daß man die Fortsetzung dieses Teiltroges ins Karpatenvorland nicht mehr zweckmäßig als Pennin bezeichnet, ist kein Grund gegen den Zusammenhang in der Natur.

Bei dieser Abgrenzung des Penninbereiches ist natürlich wie im Prätigau und Unterengadin ein Zuschub des **ganzen Beckens** vor etwa Mitteleozän unmöglich. Im Tauernfenster selbst sollte meines Erachtens die Möglichkeit einer Beteiligung oberkretazisch-alttertiärer Schüttungen wenigstens nahe dem **Nordrand** noch offengelassen werden, während im Süden wohl keine Hinweise darauf in der Gesteinsserie bestehen. Auf eine frühere starke tektonische Umformung im **Südteil** des Pennintroges führen dagegen auch andere Überlegungen:

So mußte oben im Ostalpin auf einen schon **vorgosauischen Abschub** der Sedimentdecke über den Steilrand der Kristallinunterlage hinaus geschlossen werden: dieser Vorstoß kann nur mindestens in den Randbereich des Pennin führen. Als andersartiger Hinweis ist die Vermutung von OBERHAUSER zu werten, daß der **Schwermineralumschlag Chromit/Granat** im höheren Campan darauf zurückgeht, daß die vorrückenden Kalkalpen tektonisch ein ophiolithreiches Liefergebiet überwältigen; dieses kann nur — je nach deckensystematischer Deutung — Südpennin bis Unterostalpin sein.

Wenn man die Flyschzone noch als Fortsetzung des äußeren Pennintroges der Westalpen betrachtet, so wird der **ultrapienidische Rücken**, bis zu dem die Ostalpenfront nach TOLLMANN vorcenoman vorgestoßen wäre, ein Element in n e r-

halb des Pennin und der Gegensatz der Auffassung mindert sich weitgehend. Die tektonische Überdeckung und Ausschaltung des ganzen Pennintroges kann aber dann in den ganzen Ostalpen erst ein Ergebnis der tertiären nach-untereoziänen Bewegungen sein.

Solche Betrachtungen führen dazu, auch in den Ostalpen ähnlich dem Westen eine schärfere Gliederung des penninischen Geosynklinalraumes ins Auge zu fassen. Den Gedanken von EXNER (1957: 153) folgend kann der Bau der Schieferhülle als eine Stapelung von Sedimenttreihen aus zwei, bzw. drei in S—N folgenden, unterscheidbaren Räumen gesehen werden; TOLLMANN hat diese dann (1962) unter Benützung der Gliederung von G. FRASL (1958) als die Decken der Oberen, der Unteren Schieferhülle und als autochthone Hülle der Kerne über den ganzen Bereich des Fensters ausgeschieden. Ihre Anordnung nach Abwicklung läßt durchaus eine Analogie zur Gliederung des westalpinen Pennintroges (siehe R. TRÜMPY 1960) vermuten; im Süden die ophiolithreichen Bündner Schiefer der Oberen Hülle analog der Piemontzone; im Rahmen der nicht einheitlichen Unteren Hülle auch starke Breccianschüttungen des Lias (Brennkogelserie), die die Näherung eines Schwellenbereiches anzeigen; schließlich erinnert die enge Verbindung von Malmkalk und Permoskyth in der Hochstegenzone bei Unterdrückung von Bündner Schiefen an den Schwellenbereich Briançonnais. Bei einer Fortführung dieser zentralen westalpinen Schwellenzone über Schams ergibt sich insbesondere in der von TRÜMPY übernommenen Deutung der Zusammenhänge durch STREIFF ungezwungen ein Zusammenhang mit einem vergleichbaren Aufbau im ostalpinen Pennin. Es fehlt diesem aber noch die Fortsetzung des äußeren, ophiolitharmen Bündner-Schiefer-Troges der Schweiz, der im Präti-gau unter die nördlichen Ostalpen hineinstreicht. Es scheint mir durchaus natürlich, in der ostalpinen Flyschzone die abgescherzte jüngere Sedimentfüllung dieser unter dem Südteil der nördlichen Kalkalpen begrabenen nördlichen Trogezone des Pennin zu sehen.

Eine solche Zonenanordnung ist den beiden Abwicklungs-Schnitten unserer Tafel 3 und 4, zugrunde gelegt. Im Schnitt durch den Wechselabschnitt ist dabei ausgedrückt, daß der Wechsel selbst zwar als tektonisches Stockwerk und alpidisch metamorphe Tiefenachse dem Tauernpennin vergleichbar ist, daß wir aber noch offenlassen wollen, ob der Bereich von Bernstein-Rechnitz ein Weiterstreichen des Pennin auch als Faziesraum belegt. Demgemäß sind in Tafel 4 zwei Varianten, 1 und 1 a, durchgezeichnet worden.

In besonderer Klarheit hat CHR. EXNER vor kurzem die Erhaltung der wahrscheinlich praetriasischen Diskordanz auf Teilen der östlichen Tauernkerne dargestellt (1963) und damit die Beobachtungen von G. FRASL (1953) in den westlichen Tauern bestätigt und erweitert. Für die Rekonstruktion des Bewegungsbildes sind diese Feststellungen in zweierlei Hinsicht besonders wichtig:

Erstens drängen sich die starken Verformungen des tektonischen Massentransportes viel mehr im näheren Bereich der ostalpinen Hauptüberschiebung zusammen und in dem von EXNER als „hochtaurid“ bezeichneten Stockwerk. Unter ihm nimmt die Durchbewegung und Gleichschichtung wieder ab und es gibt kaum ein Hindernis, in den nicht deckenförmigen Gneiskernen zwar umgeformte, aber doch wesentlich autochthone Massive zu sehen, die noch mit dem die Alpen unterfahrenden Vorland Verbindung haben können. Jeden-

falls vollzieht sich nach unten trotz einer wohl bis zur Palingenese gesteigerten Teilmobilisierung (F. KARL, s. O. SCHMIDEGG 1961) nicht eine Steigerung der allgemeinen Durchbewegung zum Übergang in die aktive Fließzone des Gebirgsbaues, wozu ich in meiner „Modellvorstellung“ 1953 neigte.

Zweitens ist im Bewegungsbild noch mit dem Wiederaufleben voralpischer Strukturvorzeichnung zu rechnen, ohne daß deren Anteil an den vorhandenen Querstrukturen schon abgrenzbar wäre.

In der Zusammenfassung der großen Linien des ostalpinen Bewegungsbildes ergibt sich demnach meines Erachtens ein verhältnismäßig einfacher Ablauf, für dessen Erklärung man nicht mehr zu mechanisch ganz unverständlichen Vorgängen Zuflucht nehmen muß. In ihren Grundzügen nähern sich die hier abgeleiteten Vorstellungen wohl der Deutung des Ostalpenbaues durch P. FALLOT, 1955. Alle großen Verformungen und Transporte gruppieren sich um die große Hauptüberschiebung, die Unterfahrung des Ostalpins durch den penninischen Trog und sein Vorland, wobei im Zeitablauf drei Großabschnitte zu unterscheiden sind. Eine Einschränkung auf kurze orogenetische Einzelphasen wird bewußt hier nicht versucht.

Nach vorbereitenden Verformungen noch nicht alpinotyper Art erhält die alpidische Sedimentdecke des Ostalpin in der Mittel- und frühen Oberkreide ihre maßgebenden Strukturanlagen und den Zuschnitt ihres internen Deckenbaues; der sich verformende und sich in N—S einengende Untergrund überträgt auch einzelne Richtungselemente seiner variszischen Struktur; von der Inhomogenität zwischen Hochkristallin und der ihm nur im Süden aufgelagerten Phyllitgruppe ausgehend wird schließlich der Großteil der Sedimentdecke von Süd gegen Nord aufsteigend abgeschert; sie wird im Nordteil als „Oberostalpin“ im engeren Sinne ein selbständiges Stockwerk und stößt über eine Art Stirneinrollung des (nun „mittelostalpinen“) Kristallinuntergrundes und mit noch tieferen Frontabschuppungen („Unterostalpin“) bis zur Aufschiebung gegen den anschließenden Südtteil des Pennintroges vor (hier vermutlich schon Stauchung bis über Erosionsniveau). Das ist in unseren Schnitten Abb. 4 und 5 das Stadium 2 „vorgosausch“.

Im Alttertiär ergreift die Faltung auch die nördlichen Teile des Pennintroges, indem dieser immer mehr verengt wird und unter den strukturell schon ziemlich abgeschlossenen ostalpinen Block — wohl durch ein Unterschieben des Vorlandes — hineingetrifft wird. Zu Ende des Eozäns hat sich die Achse der Sedimentation schon durch den Helvetstreifen nach außen verlagert und bildet die Molassevertiefe.

Etwa ab Oligozän setzt dann der letzte Großabschnitt ein, die Erhebung des Gebirges, die die bisher tief versenkte, metamorph mobilisierte Penninmulde als neue Zentralachse des Gebirges steil aufkuppelt; dabei wird jedenfalls unter weiterer Einengung die gravitationstektonische Bewegung der höheren Stockwerke über die Vorsenken ausgelöst und fortgesetzt und die Gesamtschubweite der Nordzonen sekundär auf die in einem Akt nicht mehr verständlichen Extremwerte erhöht.

Schließlich noch ein letzter zusammenfassender Gesichtspunkt: Mit der weiträumigen Überlagerung des Pennin und der nördlichen Randzonen durch das Ostalpin sind in den Ostalpen zwei Strukturzonen verschiedenen vorwaltenden Prägungsalters, jungkretazisch und paläogen übereinanderggebaut. Das wird nur im Vergleich mit Ost und West verständ-

lich. Wie D. ANDRUSOV (1960, a, b, 1964) mehrfach herausgearbeitet hat, sind die vorneogenen Karpaten ein „inhomogenes Falten-System“, in dem die wesentlich vorgosauische Strukturzone der zentralen Westkarpaten und die wesentlich savische Strukturzone der Flyschkarpaten nebeneinander liegen und sich nur in den Pieniden überlappen.

Wie D. ANDRUSOV nun bei seinem Vortrag in Wien (s. dieses Heft) schon ausführt, ist bei der Verfolgung dieser Strukturzonen nach West in die Ostalpen gerade hier im Raume von Wien am Hereinstreichen des Wienerwaldflysches unter die Kalkalpen offen zu erkennen, wie dieses Nebeneinander in ein Übereinander übergeht und die breite Zonenfolge der Slovakei und Westungarns sich immer enger zu einem Überschiebungsbau der Zonen bündelt. Die gegen West wachsende Einengung des Gebirgskörpers erhält dieses Übereinander der beiden Strukturzonen als das grundlegende Bauprinzip der Ostalpen, bis an ihrem Westende die ältere Zone aushebt und in den Westalpen ganz von der jüngeren Faltenzone verdrängt wird.

Ich glaube, daß auch dieser Zusammenhang das Verständnis für die Besonderheiten des Ostalpenbaues zu fördern vermag.

Literatur-Hinweise

- ANDRUSOV, D.: 1960 a; Die geologische Entwicklung der Klippenzone und der zentralen Westkarpaten. — Mitt. Geol. Ges. Wien 51, 1—18.
- ANDRUSOV, D.: 1960 b; Gedanken über das alpin-karpatische Falten-Decken-System. — Geologicky Sbornik Bratislava 11, 171—178.
- ANDRUSOV, D.: 1964; Geologie der Tschechoslovakischen Karpaten I. — 263 S. Deutsche Ausgabe, Akademie-Verlag, Berlin.
- BECK-MANNAGETTA, P.: 1960 a; Die Stellung der Gurktaler Alpen im Kärntner Kristallin. — Int. Geol. Congr., XXI. Sess. Norden, Part XIII, 418—430.
- BECK-MANNAGETTA, P.: 1960 b; Bemerkungen zu A. TOLLMANN'S tektonischer Synthese der Ostalpen. — Geol. Rd. 50, 517—524.
- VAN BEMMELN, R. W.: 1960; Zur Mechanik der ostalpinen Deckenbildung. — Geol. Rd. 50, 474—499.
- BRIX, F., & GÖTZINGER, K.: 1964; Die Ergebnisse der Aufschlußarbeiten der ÖMV. AG. in der Molassezone Niederösterreichs i. d. J. 1957—1963. I.: Zur Geologie der Beckenfüllung, des Rahmens und Untergrundes. — Erdöl-Zs. 80, 57—76.
- CLAR, E.: 1953; Zur Einfügung der Hohen Tauern in den Ostalpenbau. — Verh. Geol. B.-A. 1953, 93—104.
- CLAR, E., FRITSCH, W., MEIXNER, H., PILGER, A., & SCHÖNENBERG, R.: 1963; Die geologische Neuaufnahme des Saualpen-Kristallins (Kärnten) VI. — Carinthia II, 73. (153), 23—51.
- CORNELIUS, H. P.: 1939; Zur Schichtfolge und Tektonik der Mürtzaler Kalkalpen. — Jb. Geol. B.-A. 89, 27—175.
- CORNELIUS, H. P.: 1940; Zur Auffassung der Ostalpen im Sinne der Deckenlehre. — ZDGG. 92, 271—312.
- CORNELIUS, H. P.: 1952; Gesteine und Tektonik im Ostabschnitt der nordalpinen Grauwackenzone, vom Alpen-Ostrand bis zum Affenzer Becken. — Mitt. Geol. Ges. Wien 42/43 (1949/50), 1—234.
- DEL-NEGRO, W.: 1962; Neue Vorstellungen über den Bau der Ostalpen. — Jb. Geol. B.-A. 105, 1—18.
- EXNER, Ch.: 1957; Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung von Gastein. — Geol. B.-A. Wien, 168 S.
- EXNER, Chr.: 1963; Structures anciennes et récentes dans les Gneiss polymétamorphiques de la Zone Pennique des Hohe Tauern. — Livre à la mémoire du Prof. Paul FALLOT, Tome II (1960 bis 63) 503—515.
- FALLOT, P.: 1955; Les dilemmes tectoniques des Alpes Orientales. — Ann. Soc. Géol. Belgique 78, 147—170.
- FALLOT, P.: 1960; Le problème de l'espace en tectonique. Festschrift E. KRAUS. — Abhdlg. D. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Bgb., Httw. Jg. 1960/61, 48—58.

- FLÜGEL, H.: 1960; Die tektonische Stellung des „Alt-Kristallin“ östlich der Hohen Tauern. — N. Jb. Geol. Pal., Mh. 202—220.
- FLÜGEL, H.: 1961; Die Geologie des Grazer Berglandes. — Mitt. Museum (Geologie) Joanneum Graz, H. 23.
- FLÜGEL, H.: 1964; Das Paläozoikum in Österreich. — Mitt. Geol. Ges. Wien 56/2 (1963), 401 bis 443.
- FRASL, G.: 1953; Die beiden Sulzbachzungen (Oberpinzgau, Salzburg). — Jb. Geol. B.-A. 96, 143—192.
- FRASL, G.: 1958; Zur Seriengliederung der Schieferhülle in den mittleren Hohen Tauern. — Jb. Geol. B.-A. Wien 101, 323—472.
- FRITSCH, W.: 1960; Eine tektonische Analyse des Steirischen Erzberges. — Berg — Hüttenm. Mh. Leoben, 105, 225—231.
- FRITSCH, W.: 1962 a; Erläuterungen zu einer neuen geologischen Übersichtskarte von Kärnten (1 : 500.000). — Carinthia II, 152, Klagenfurt, 14—20, mit Karte.
- FRITSCH, W.: 1962 b; Von der „Anchi“- zur Katazone im kristallinen Grundgebirge Ostkärntens. — Geol. Rd. 52, 202—210.
- HERITSCH, F.: 1925; Zur Geologie der östlichen Zentralalpen. — Geol. Rd. 16, 328—336.
- HERITSCH, F.: 1927; Die Deckentheorie in den Alpen. — Borntraeger.
- HERTWECK, G.: 1961; Die Geologie der Örscherdecke i. Gebier der Triesting und der Piesting und die Frage der alpin-karpatischen Abbiegung i. d. nÖ. Kalkalpen. — Mitt. Ges. Geol. u. Bergbaustud. Wien, 12, 3—84.
- HÖCK, V., & SCHLAGER, W.: 1964; Einsedimentierte Großschollen in den jurassischen Strubbergbreccien des Tennengebirges. — Anz. öst. Akad. Wiss., Jg. 1964 (im Druck).
- HUBBERT, M. K., & RUBEY, W. W.: 1959; Role of fluid pressure in mechanics of overthrust faulting I. — Bull. Geol. Soc. Am. 70, 115—166.
- JANOSCHEK, R.: 1961; Über den Stand der Aufschlussarbeiten in der Molassezone Oberösterreichs. — Erdöl-Zs. 1961, H. 5, 161—175.
- JANOSCHEK, R.: 1964; Das Tertiär in Österreich. — Mitt. Geol. Ges. Wien 56/2 (1963), 319 bis 360.
- KRAUS, E.: 1955; Über die jüngsten Bewegungstendenzen der Alpen. — Geol. Rd., 43, 108—138.
- KRISTAN-TOLLMANN, E., & TOLLMANN, A.: 1964; Das mittelostalpine Rhät-Standardprofil aus dem Stangalm-Mesozoikum (Kärnten). — Mitt. Geol. Ges. Wien 56 (1963) 539—589.
- KÜPPER, H.: 1960 a; Erläuterungen zu einer tektonischen Übersichtsskizze des weiteren Wiener Raumes. — Mitt. Geol. Ges. Wien 53, 1—33.
- KÜPPER, H.: 1960 b; Ergebnisse aus dem Ostalpenorogen mit Ausblicken auf östlich anschließende Räume. — Geol. Rd. 50, 457—465.
- METZ, K.: 1953; Die stratigraphische und tektonische Baugeschichte der steirischen Grauwackenzone. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 44 (1951), 1—84.
- METZ, K.: 1958; Gedanken zu baugeschichtlichen Fragen der steirisch-kärntnerischen Zentralalpen. — Mitt. Geol. Ges. Wien 50 (1957) 201—250.
- METZ, K., et al.: 1964; Beiträge zur Geologie der Rottenmanner und östlichen Wölzer Tauern. — Verh. Geol. B.-A., 65—164.
- OBERHAUSER, R.: 1963; Die Kreide im Ostalpenraum Österreichs in mikropaläontologischer Sicht. — Jb. Geol. B.-A. 106, 1—88.
- OBERHAUSER, R.: 1964; Zur Frage des vollständigen Zuschubes des Tauernfensters während der Kreidezeit. — Verh. Geol. B.-A., 47—52.
- PLÖCHINGER, B.: 1961 a; Über ein neues Klippen-Flyschfenster in den Salzburger Alpen. — Verh. Geol. B.-A., 64—68.
- PLÖCHINGER, B.: 1961 b; Die Gosau mulde von Grünbach und der Neuen Welt (N.-Ö.). — Jb. Geol. B.-A. 104, Wien, 359—441.
- PLÖCHINGER, B.: 1963; Bericht 1962 über Aufnahmen zwischen Hengstsattel und St. Gallen. — Verh. Geol. B.-A., 38—40.
- PREY, S., RUTTNER, A., & WOLETZ, G.: 1959; Das Flyschfenster von Windischgarsten innerhalb der Kalkalpen Oberösterreichs. — Verh. Geol. B.-A., 201—216.
- PREY, S.: 1960; Gedanken über Flysch und Klippenzonen anlässlich einer Exkursion in die polnischen Karpaten. — Verh. Geol. B.-A., 197—213.
- PREY, S.: 1962; Flysch und Helvetikum in Salzburg und Oberösterreich. — ZDGG. 113 (1961), 282—292.
- PREY, S.: 1963; Notizen zum Problem des zentralalpiner Mesozoikums. — Verh. Geol. B.-A., 61—68.

- REICH, H.: 1960; Zur Frage der Deutung seismischer Grenzflächen in den Alpen. — Geol. Rd. 50.
- RICHTER, M.: 1958; Über Dehnung und Längung der Gebirge während der Faltung. — Geologie 7, 312—318.
- ROSENBERG, G.: 1960; Grundsätzliches zur Frage des Deckenbaues in den Weyrer Bögen. — Verh. Geol. B.-A., 95—103.
- SCHMIDEGG, O.: 1961; Geologische Übersicht der Venediger Gruppe. — Verh. Geol. B.-A., 35 bis 54.
- SPENGLER, E.: 1959; Versuch einer Rekonstruktion des Ablagerungsraumes der Decken der Nördl. K. A. III. Teil (Ostabschnitt). — Jb. Geol. B.-A., 193—312.
- SPENGLER, E.: 1963; Les zones de faciès du Trias des Alpes Calcaires Septentrionales et leur rapports avec la structure des nappes. — Livre mèm. Prof. P. FALLOT, II (1960—63), 465 bis 475.
- STOWASSER, H.: 1956; Zur Schichtfolge, Verbreitung und Tektonik des Stangalm-Mesozoikums (Gurktaler Alpen). — Jb. Geol. B.-A., Wien 99, 75—199.
- THURNER, A.: 1960; Die Gurktaler Decke. — N. Jb. Geol. Pal. Mh. 481—490.
- THURNER, A.: 1962; Die Baustile in den tektonischen Einheiten der Nördlichen Kalkalpen. — Z. Dr. Geol. Ges. 113 (1961), 367—389.
- THURNER, A.: 1964; Die fragliche Trias um Mühlen bei Nenmarkt/Stmk. — Mitt. Geol. Ges. Wien 56 (1963), 515—538.
- TOLLMANN, A.: 1959; Der Deckenbau der Ostalpen auf Grund einer Neuuntersuchung des zentralalpinen Mesozoikums. — Mitt. Ges. Geol. u. Bergb. Stud. Wien 10, 3—62.
- TOLLMANN, A.: 1960; Stellungnahme zur Diskussion ... P. BECK-MANNAGETTA. — Geol. Rd. 50, 524—528.
- TOLLMANN, A.: 1962 a; Ostalpensynthese, F. Deuticke, Wien, 256 S.
- TOLLMANN, A.: 1962 b; Die Rolle des Ost-West-Schubes im Ostalpenbau. — Mitt. Geol. Ges. Wien 54 (1961), 229—247.
- TOLLMANN, A.: 1964; Zur Frage der Faziesdecken in den Nördlichen Kalkalpen und zur Einwurzelung der Hallstätter Zone (Ostalpen). — Geol. Rd. 53, 153—170.
- TRÜMPY, R.: 1960; Paleotectonic evolution of the Central und Western Alps. — Bull. Geol. Soc. America 71, 843—908.
- WIESENER, H.: 1962; Die alpine Gesteinsmetamorphose am Alpenostrand. — Geol. Rd. 52, 238—246.
- WOLETZ, G.: 1963; Charakteristische Abfolgen der Schwermineralgehalte in Kreide- und Alttertiär-Schichten der nördlichen Ostalpen. — Jb. Geol. B.-A. 106, 89—119.
- ZANKL, H.: 1962; Die Geologie der Torrener-Joch-Zone in den Berchtesgadener Alpen. — Z. deutsch. geol. Ges., Jg. 1961, 113, 446—462, 7 Abb., Hannover.

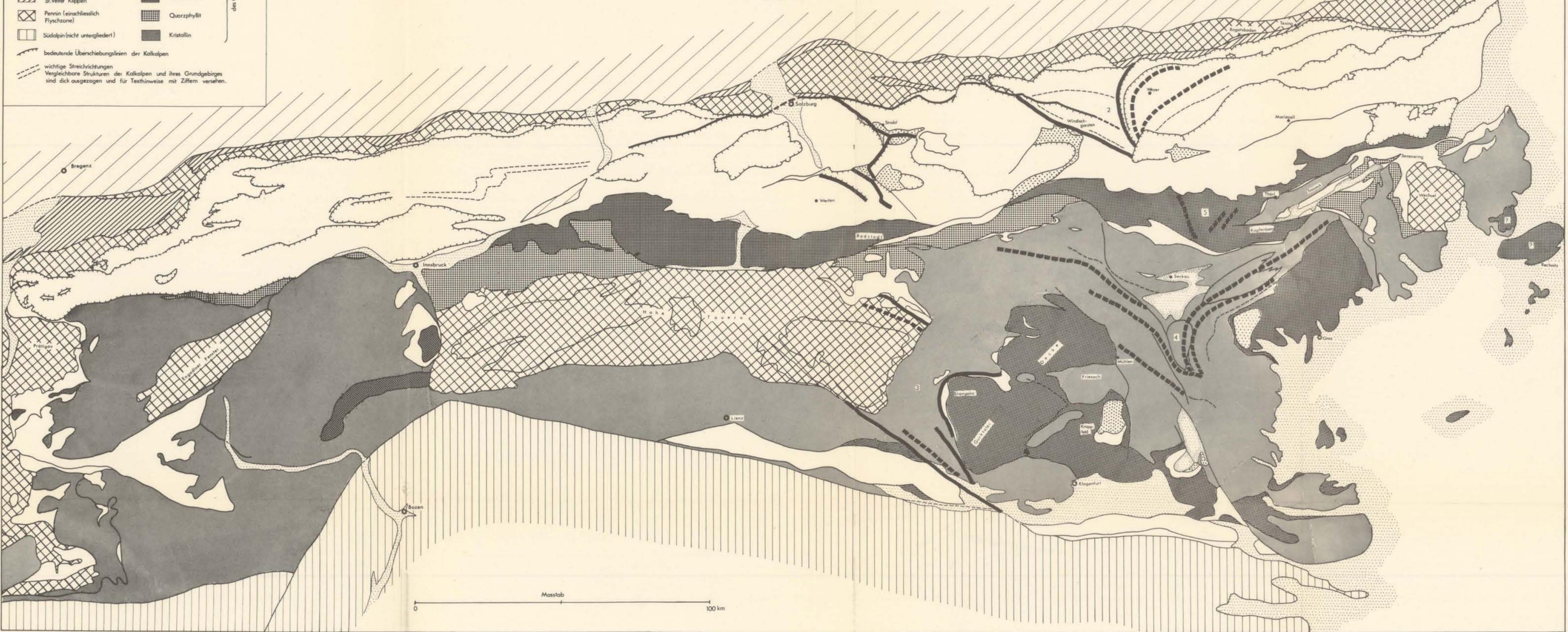
LEGENDE:

	Jungtertiäre und quartäre Deckschichten		Gosauschichten
	Molassezone (u. Inntalflur)		Perm, Trias, Unterkreide
	Helvetikum, Grestener und St. Veiter Klippen		Paläozoikum
	Pennin (einschliesslich Flyschzone)		Quarzphyllit
	Südalpin (nicht untergliedert)		Kristallin

bedeutende Überschiebungslinien der Kalkalpen
wichtige Streichrichtungen
Vergleichbare Strukturen der Kalkalpen und ihres Grundgebirges sind dick ausgezogen und für Texthinweise mit Ziffern versehen.

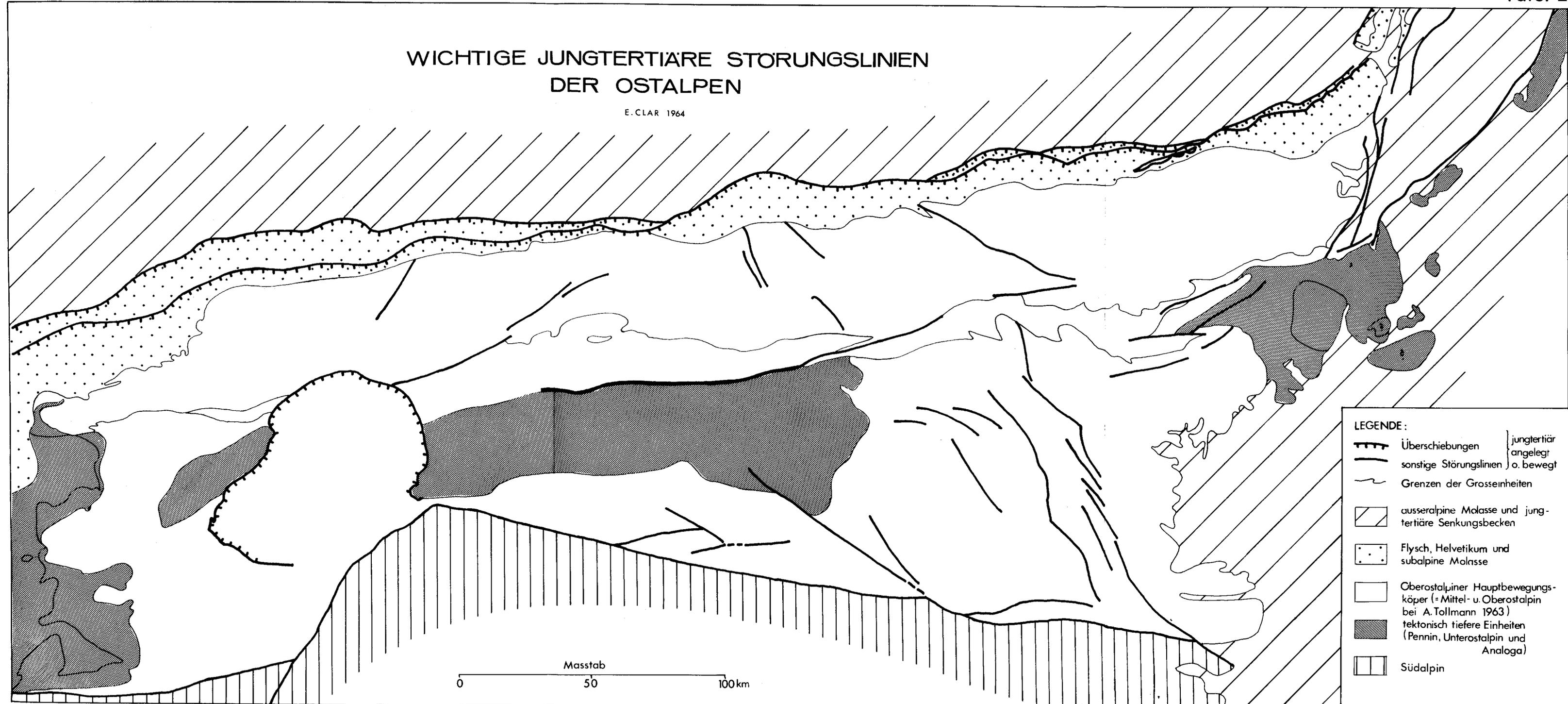
STRUKTURANALOGIEN IM OSTALPINEN GRUND-UND DECKGEBIRGE IM RAHMEN EINER ÜBERSICHT DER BAUZONEN DER OSTALPEN.

E. CLAR 1964



WICHTIGE JUNGTERTIÄRE STÖRUNGSLINIEN DER OSTALPEN

E. CLAR 1964



- LEGENDE:**
- Überschiebungen } jungtertiär angelegt
 - sonstige Störungslinien } o. bewegt
 - Grenzen der Grosseinheiten
 - ausseralpine Molasse und jungtertiäre Senkungsbecken
 - Flysch, Helvetikum und subalpine Molasse
 - Oberostalpinier Hauptbewegungskörper (= Mittel- u. Oberostalpin bei A. Tollmann 1963)
 - tektonisch tiefere Einheiten (Pennin, Unterostalpin und Analoga)
 - Südalpin

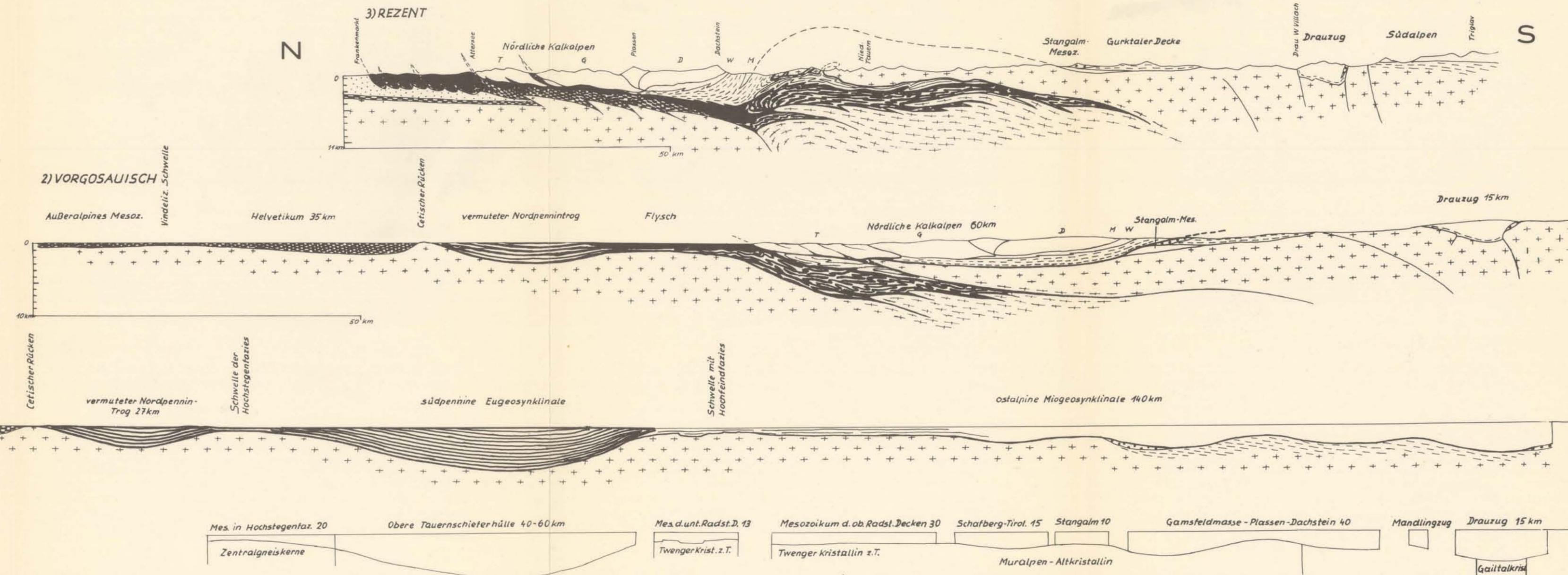
Masstab
0 50 100 km

E. CLAR & W. SCHLAGER 1964

OSTALPENPROFIL IM ABSCHNITT TAUERN-OST (VERSUCH EINER MASS-STÄBLICHEN TIEFENERGÄNZUNG UND ABWICKLUNG)

- LEGENDE**
- Helvetikum und Außer-alpin
 - tertiäre Molasse
 - Sedimente, i.w. mesozoisch
 - kristallines Grundgebirge (voralpidisch)
 - Pennin
 - Flysch (Oberkreide-Alttertiär)
 - Schieferhülle d. Tauern (Paläoz.-Mesoz.)
 - alpidisch metamorphes Grundgebirge
 - Unterostalpin
 - Permomesozoikum
 - Quarzphyllit (Kristallin nicht ausgesch.)
 - Oberostalpin und Südalpin
 - Permomesozoikum
 - Oberkarbon
 - Altpaläozoikum (einschl. Quarzphyllit)
 - Kristallines Grundgeb. (voralpidisch)
 - tektonische Einheiten der Kalkalpen
 - T Tirolikum
 - G Gamsfeldmasse
 - D Dachsteinmasse
 - M Mandlingtrias
 - W Werfener Schuppenzone

- 1) INTRANEOKOM**
- Außer-alpines Mesozoikum
- Helvetikum 35km
- vermuteter Nordpennin-Trog 27km
- südpennine Eugeosynklinale
- ostalpine Miogeosynklinale 140km
- Mes. d. Molassezone
- Böhm. Kristallin
- Helvet. in Flyschzone



E. CLAR & W. SCHLAGER 1964
OSTALPENPROFIL IM WECHSELABSCHNITT (VERSUCH EINER MASS-STÄBLICHEN TIEFENERGÄNZUNG UND ABWICKLUNG)

- LEGENDE**
- Helvetikum und Außeralpin
 - tertiäre Molassefüllung
 - Sedimente, i. w. mesozoisch
 - Kristallines Grundgebirge
- Pennin**
- Flysch (Kreide-Alttertiär)
 - alpidisch metamorphes Paläo- und Mesozoikum
 - alpidisch metamorphes Grundgebirge
- Unterostalpin**
- Permomesozoikum
 - Kristallin (einschl. Quarzphyllit)
- Oberostalpin und Südalpin**
- Permomesozoikum
 - Oberkarbon
 - Altpaläozoikum
 - Kristallines Grundgebirge
- Tektonische Einheiten der Kalkalpen**
- F Frankfurter Decke
 - L Lunzer Decke
 - R Reisalpen-Decke
 - U Unterberg-Decke
 - G Göller-Decke
 - Mü Mürzalpen-Decke
 - L Lachalpen-Decke

