

| | |
|---------------------|--|
| Zeitschrift: | Eclogae Geologicae Helvetiae |
| Herausgeber: | Schweizerische Geologische Gesellschaft |
| Band: | 58 (1965) |
| Heft: | 1 |
| Artikel: | Quasicraton und Orthogeoynklinale (Ostalpen und Böhmischa Masse im Kenntnisbild der heutigen Geologie) |
| Autor: | Küpper, Heinrich |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-163258 |

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Quasicraton und Orthogeosynklinale

(Ostalpen und Böhmisches Massen im Kenntnisbild der heutigen Geologie)

Von Heinrich Küpper, Wien

Mit 1 Tabelle im Text und 1 Kartenskizze (Tafel I)

INHALT

| | | |
|-----------------------------|---|----|
| I. | Einführende Bemerkungen | 73 |
| II. | Geologische Begriffe und geologische Wirklichkeit | 75 |
| III. | Zum geophysikalischen Bild der Ostalpen und angrenzender Bereiche | 78 |
| IV. | Zum Bild der Hypothesenkonzepte | 79 |
| V. | Ergänzende Bemerkungen zur Übersichtsskizze (Tafel I) | 82 |
| Nachwort | 82 | |
| Literaturhinweise | 83 | |

SUMMARY

Sometimes geological reality seems to be barred by two closely interwoven systems of fences, consisting of human made notions. One the network of field observations, which at increasing density seems to become more and more intricate; the other the network of conceptions, by which geologists endeavour to aim at what we hope to be the knowledge of our earth.

A short discussion regarding the Eastern Alps is submitted containing
firstly a confrontation of the more recent general conceptions as f.i. laid down in the «Carte Tectonique Internationale de l'Europe», Moscou 1964, with the results of geological investigations,
so far as they seem to be of more than local meaning;
secondly a confrontation of the main features of the gravity picture of the Eastern Alps, developed up to 1963, with the tectonical features contained in the Geological Map of Austria 1964,
rounded out by similar data from adjoining countries;
thirdly a brief discussion on geological conceptions developed recently in working hypotheses, intended to keep pace with the ever accumulating facts.

I. Einführende Bemerkungen

Ein Flug von Genf nach Wien ist für jeden Geologen ein Erlebnis. Die Alpen, als Rückgrat unseres Kontinentes, sind in den letzten 100 Jahren in einer unübersehbaren Zahl von wissenschaftlichen Bearbeitungen geologisch durchforscht, analysiert und fast seziert worden. Ein Blick aus 9000 m Höhe auf die Schweizer Alpen überzeugt von der unerhörten Bündelung des geologischen Geschehens in den Westalpen. Ein Blick aus gleicher Höhe von dem S-Rand des bayrischen Alpenvorlandes nach S überzeugt von der hier etwas lockeren Anordnung der Kulissen, aber doch bilden Julische Alpen – Marmolata bis zum Adamello die grandiose südliche Silhouette am Horizont, die Tauern den Mittelgrund und unter uns die markanten, aber bescheideneren Formen der Tiroler und Salzburger

Kalkalpen bis zum Dachstein den wohlbekannten Alpennordrand. Auch hier wieder eine geschlossene Einheit, nicht angenagt, zerlegt oder zerredet von Untersuchungen, Auffassungen und Interpretationen, einmalig und einfach, wie die Alpen eben, unberührt von Menschenhand, seit dem Ende der Eiszeit vor uns liegen.

Dieser neueren Möglichkeit, einen Teil der Erdkruste Mitteleuropas tatsächlich überschauen zu können, ordnen sich gerade jetzt zwei geologische Anlässe zu, die es gestatten, ausgehend vom Geologisch-Fachlichen zu einigen Grundzügen des Alpenbaus kurz Stellung zu nehmen:

zum ersten ist es das Erscheinen der *Carte Tectonique International de l'Europe, 1: 2,5 Mill., Moscou 1964*, die als ein Markstein in den Bemühungen um die Zusammenfassung der geologischen Kenntnis von Europa gewertet werden darf;

zum zweiten ist im Bereich der Ostalpengeologie soeben durch E. CLAR, 1964, ein vielleicht entscheidender Schritt getan worden, um den bisher schon immer theoretisch geforderten Vorstellungsbildern vom Alpenbau nun auch ein mechanisch verständliches, adäquates Bewegungsbild zuzuordnen.

Es wird daher getrachtet, eine Gegenüberstellung zu entwerfen, einerseits von den übergeordneten begrifflichen Vorstellungen, wie sie in der tektonischen Karte von Europa 1:2,5 Mill. 1964 enthalten sind, mit jenen neuesten grössterräumigen Untersuchungsresultaten, die wir heute (Ende 1964) etwa als «letzter Stand» der Dinge umschreiben. Dass diese Konfrontation gesehen ist aus der Perspektive der Ostalpengeologie, möge man – einschränkend – im Auge halten.

Im Jahre 1904 ist in Wien ein Werk erschienen, das den ansprechenden Titel «Bau und Bild Österreich-Ungarns» trägt. Klassiker der europäischen Geologie, C. DIENER, F. E. SUESS, V. UHLIG und andere haben hiezu die entscheidenden Beiträge geliefert. Hinter diesem einfach scheinenden Titel liegt jedoch eine gedankliche Einstellung verborgen, die aktuellsten Wert zu haben scheint. Wer je, wie der Schreiber dieser Zeilen, das Glück hatte, in einem Gespräch die vor nichts halt machende, messerscharf kritische Einstellung von C. DIENER kennenzulernen, oder den philosophischen Weitblick in der griechisch-klassischen Bedeutung von F. E. SUESS, den würde es nicht Wunder nehmen, wenn das «Bild» in «Bau und Bild» etwa jene kritisch einschränkende Selbsteinschätzung verborgen, aber deutlich, dokumentieren würde, die wir heute dem Begriff «image» zuerkennen¹⁾). Ebenso wie die Klassiker extrem kritisch eingestellt waren, können wir dies auch sein, wenn wir heute von einem mit vielen Mühen erarbeiteten geologischen Welt-Bild sprechen. Natürlich ist es in vielen Zügen der Wirklichkeit adäquat, aber die Wirklichkeit in der vollen Tiefe der Bedeutung des Wortes ist unser Bild nicht. Diese kritische Selbsteinschränkung sei dem Folgenden zur Erläuterung vorangestellt, wobei jedoch ein Einschränken auf diese mehr persönlich gedachte Linie vom Leser keineswegs vorausgesetzt wird.

A. A. BOGDANOFF et al. (1963): *Elements Structuraux de la Croute Terrestre*. Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique 5, 4, 263, Paris.

A. A. BOGDANOFF et al. (1964): *Tectonique de l'Europe*, Moscou, Congrès Géologique International. *Carte Tectonique International de l'Europe*, Moscou 1964, Congrès Géologique International.

¹⁾ «conscious memories which reproduce a previous perception, in whole or in part, in the absence of the original stimulus to the perception». Encycl. Britt., 12, p. 103.

II. Geologische Begriffe und geologische Wirklichkeit

In den «*Elements Structuraux de la Croûte Terrestre*», BOGDANOFF et al. 1963, sowie in der «*Note Explicative pour la Carte Tectonique International de l'Europe*», 1964, sowie in der Karte selbst sind eine Reihe von Begriffen verarbeitet, die im Bereich der Geologie Europas einen verbreiteten Gebrauchswert haben. Diese Begriffe haben überwiegend descriptive Bedeutung, ihnen ist jedoch sehr wohl auch eine genetische, respektive baugeschichtliche Zusatzbedeutung zugeordnet; sie sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Da diese Begriffe nun wahrscheinlich weit verbreitet gebraucht werden dürften, so seien einige näher charakterisiert, wie sich dies aus den Ergebnissen neuerer Untersuchungen ergibt.

a) Zum «Meganticlinorium» speziell der Ostalpen ist zu bemerken, dass die Symmetrie des Baues (Nördliche und Südliche Kalkalpen) nur als oberflächliche, als Pseudosymmetrie zu werten ist. Die «Nappes Ostalpines» (Nördliche Kalkalpen) sind nach neuesten Untersuchungen allochthon und entstammen einem Miogeosynkinalbereich, welcher ursprünglich südlich der Eugeosynkinal-Hauptachse seinen Absatzbereich hatte. Auch die Eugeosynklinale selbst, der Pennintrog, ist in den Ostalpen nur in zwei tektonischen Fenstern, Engadiner- und Tauernfenster, unter den basalen ostalpinen Einheiten erhalten. Die Sedimente des Flyschtroges selbst liegen gleichfalls nach N versetzt, hinsichtlich ihrer ursprünglichen eugeosynkinalen Zuordnung. Es scheint deshalb notwendig, zu betonen, dass der ursprüngliche Begriff Anticlinorium erst durch Streichung aller Inbezugsetzungen zu einfachen Bildern der Symmetrie und Autochthonie zum Meganticlinorium geworden ist. Das heutige Meganticlinorium der Alpen ist eine tektonische Übereinanderschichtung der Sedimentfüllungen mit z. T. Sockelunterlagen von Trögen, die ursprünglich nebeneinander angeordnet waren. Der Begriff Meganticlinorium (1964) weicht also in entscheidenden Merkmalen vom viel einfacheren, gebräuchlichen Begriff Anticlinorium ab.

Tabelle 1

| Übergeordnete Begriffe BOGDANOFF et al. 1963, 1964 | | Regionale Einheiten <i>Carte Tectonique</i> 1964, Text 1963, 1964 |
|---|--------------------------------------|---|
| Quasicraton (Platform jeune) | Massif de Bohème | «dalle de Bavarie» «fosses profondes» (z. B. Boskovitzer Furche, Rodelstörung) Avant fosse des Alpes |
| Miogeosynclinal | Nappes Ostalpines | Meganticlinorium des Carpathes |
| Orthogeosynclinal Eugeosynclinal | Meganticlinorium des Alpes | Depression Hongroise zone synclinal interne Meganticlinorium des Dinarides zone du flysch Dalmatique mer Adriatique |
| | fosse du Po | |

Ganz gleich, welche Gedanken man sich über den Mechanismus der Gebirgsbildung macht, so wird die Asymmetrie des Alpenbaues aus einem einfachen Vergleich der Sedimentmächtigkeiten im Avant fosse mit denen im fosse du Po, respektive Untergrund der nördlichen Adria, klar:

Oberösterreich

0–3000 m Quartär und Tertiär
 0–1000 m { Kreide
 | Jura
 | Kristallin

Bucht von Triest

700 m Quartär und Tertiär } Bohrung
 500 m Kreide } Cesaro 1961
 1250 m Jura } Bohrung Rovigno 1964
 2000 m Trias }

Wir betonen hier mit Absicht diesen schon von den Klassikern unterstrichenen Grundzug der Asymmetrie des Meganticlinoriums, weil auch hierin einer der entscheidenden Unterschiede zum gebräuchlichen Begriff Anticlinorium liegt.

b) Von besonderem Interesse für den Inhalt der Begriffe erscheint uns weiter, einen Blick zu werfen auf den Grenzbereich von Orthogeosynclinale und Quasicraton, wie er in der letzten Zeit im Untergrund der niederösterreichischen und der oberösterreichischen Molasse durch Tiefbohrungen bekannt geworden ist (F. BRIX und K. GÖTZINGER 1964, E. BRAUMÜLLER 1961).

Der Untergrund des oberösterreichischen Alpenvorlandes gehört auf Grund der zuletzt von E. BRAUMÜLLER 1961 ausgewerteten Tiefbohrergebnisse zu der nach SW untertauchenden Abdachung der Böhmischem Masse. Die Oberfläche des Kristallins bildet hier eine gewellte Fläche derart, dass NW–SE streichende, sehr flache, breite Sättel und Mulden (besser Hochs und Dellen) eine Haut von Jura und Kreidesedimenten ausseralpiner Entwicklung tragen. Die Richtung dieser Strukturelemente, die sich ins benachbarte Bayern fortsetzen, ist bis an den tektonischen Alpen-N-Rand völlig unabhängig von diesem (E. BRAUMÜLLER) und wird den «hercynischen», NW gerichteten Achsen, wie etwa Pfahl u. dgl. zuzuordnen sein. Da auch die Fazies dieser mesozoischen Sedimente keine Zugehörigkeit zur Fazies der alpinen Sedimente zeigt, liegt hier eine sehr scharfe Grenze von Quasicraton zu Orthogeosynclinalbereichen vor.

Neben den erwähnten Elementen treten jedoch auch sehr deutlich W–E streichende Bruchstörungen auf (R. JANOSCHEK 1961), welche teils N antithetisch fallend, teils synthetisch S fallend die Sohle des Alpenvorlandes (Kristallin, Mesozoikum und Alttertiär) versetzen, aber nach dem Aquitan nicht mehr wirksam sind. Da diese Brüche in ihrem W–E Verlauf ganz dem Alpennordrand folgen und unabhängig sind vom NW gerichteten System der post-kretazischen Wellungen, möchten wir glauben, dass man diese Brüche als Auswirkungen eines Belastungsausgleiches auffassen könnte, welcher durch den Einschub alpiner Frontalelemente in den heute zugeschütteten tiefsten Teil des Alpenvorlandes hervorgerufen sind. Diese Belastung im Süden kann Kompensationsbewegungen in dem weiter nördlich gelegenen Anteil des ansteigenden Kristallinssockels geführt haben derart, dass eben die E–W verlaufenden «Antitheter» zuerst aufreissen, möglicherweise gefolgt durch die Syntheter.

Gänzlich anders sind die Verhältnisse im Untergrund des niederösterreichischen Alpen-Karpathen-Vorlandes. Hier liegt eine vermutlich wenig gestörte, 0 bis 1500 m mächtige Unterkreide-Juraserie, ebenfalls nicht alpinen Charakters vor, bedeckt von etwa 0–2000 m Untermiozän (Burdigal-Oberhelvet). Das Burdigal erstreckt sich nach E über die Karpaten-Randaufschiebung hinaus, ist jedoch selbst wieder entlang der Randaufschiebung auf das Helvet des Vorlandes aufgeschoben.

Im Rahmen eines grösser-räumigen tektonischen Vergleiches gesehen, ergeben sich innerhalb des Alpen-Karpaten-Vortiefs in den umschriebenen Abschnitten folgende wesentliche Unterschiede:

Die Randbereiche des Quasicraton haben im SW und SE der Böhmischen Masse eine deutlich verschiedene mesozoische Baugeschichte; in Oberösterreich eine relativ dünne Haut von Jura und Oberkreide, post-Oberkreide flach gewellt; in Niederösterreich eine mächtige Jura-Unterkreideserie, die vermutlich nur durch das dem SE-Abfall der Böhmischen Masse subparallele «Mailberger Bruchsystem» dort gegen die Achse der Vorlandsenke absinkt. Dem Quasicraton ist also eine örtlich eigenständige Baugeschichte, eine tektonische Differenzierung zuzubilligen.

Der Randbereich der Orthogeosynklinale, Alpen- bzw. Karpaten-Randaufschiebung zeigt wichtige Unterschiede zwischen westlichen und östlichen Vorlandabschnitten. Im Westen (Oberösterreich) besteht die Füllung der Vorlandsenke im wesentlichen aus Eozän, Oligozän und Miozän bis Helvet; im Osten fehlt Eozän und Oligozän und die Füllung besteht aus Burdigal-Oberhelvet. Im Westen ist die tiefer liegende Bruchtektonik seit dem Aquitan in der Beckenfüllung nicht mehr wirksam, allerdings wird im Bereich der Subalpinen Molasse Aquitan und Chatt in die Randanpressung N der Alpenrandüberschiebung einbezogen (E. BRAUMÜLLER 1959). Im Osten dagegen wird die miozäne Beckenfüllung durch die mesozoischen Späne plus Burdigal der Waschbergzone überschoben. Der Orthogeosynklinale ist daher ebenfalls eine örtlich eigenständige Baugeschichte zuzu erkennen; sie ist unabhängig von der Entwicklung im Quasicraton, und dem Ablauf nach im Osten deutlich jünger als im Westen, ein Grundzug, der bereits früher (1960) angedeutet wurde und durch diese neuen Ergebnisse eine Bestätigung erhält.

Im grossen gesehen erhärten neuere Detailresultate im Grenzbereich Quasicraton-Orthogeosynklinale die Gegensätze, durch welche diese Grossbereiche in Sedimentabfolge und Tektonik sich unterscheiden; sie sind hier als zwei geologisch gänzlich verschiedene «Welten» auf geringstem Abstand, ohne «Milderung» der Gegensätze aneinander geschoben. Die Differenzierungen der Baugeschichte im Randbereich des Quasicraton sprechen u. E. nicht für ein einfaches «Eingeschlucktwerden» der oberen Krustenteile in Richtung der tieferen Teile der Orthogeosynklinale. Die zeitliche Differenzierung in der Baugeschichte in der tektonischen Front des Alpen-Karpaten-Orogens spricht u. E. für einen aktiven Mobilismus des Orthogeosynkinalbereiches, worauf ja auch die jüngsten Resultate in den Beskiden weisen (Z. ROTH 1964).

c) Es kann hier von einer eingehenden Charakteristik des Quasicratongebietes der Böhmischen Masse abgesehen werden; ihre jungpaläozoische Kon solidierung, ihre Gliederung in NW ausgerichtete flache, breite Becken, die mit Kreide gefüllt sind, die Vorzeichnung und Ausgestaltung dieser Depressionen durch langlebige Bruch- und Grabensysteme wurde in neueren Arbeiten der tschechischen Kollegen ausführlich dokumentiert. Seine Stellung als horstartiger Teil der nordeuropäischen Tafel, seine deutliche Trennung von Alpen und Karpaten durch Vortiefenstreifen wurde durch Z. ROTH 1964 zusammengefasst. Für den

österreichischen Anteil N der Donau (Waldviertel) wäre zu bemerken, dass hier die Untersuchung alter, hochliegender Sand-Schotter-Restdecken eine nächstliegende Aufgabe wäre, von der Kriterien zur Präzisierung der baugeschichtlichen Entwicklung im Mesozoikum und Alttertiär erhofft werden können.

III. Zum geophysikalischen Bild der Ostalpen und angrenzenden Bereiche (vgl. hiezu Tafel 1)

Für den österreichischen Raum wurde August 1963 in Berkely eine moderne Karte der Bouguer-Isanomalen vorgelegt; sie wurde anschliessend mitverwertet bei der Karte 1:1 Mill. *Anomalies de Bouguer, feuille de Vienne*, welche beim Bureau Gravimetrique International in Bearbeitung ist. Es ist nicht der Sinn der folgenden Zeilen, eine Auswertung der Abbildung der Schwerewerte hinsichtlich der Geologie im strengen Sinne vorzulegen; ausgehend von einem einfachen Vergleich seien jedoch einige markante Punkte hervorgehoben, wo auffallende Übereinstimmung oder Nicht-Übereinstimmung zwischen dem geophysikalischen und geologischen Bild zu bestehen scheint. Ein Fortschreiten von N nach S ist hiebei zugrunde gelegt.

- a) Der SW-Abfall der Böhmischen Masse, im Untergrund Oberösterreichs durch Tiefbohrungen belegt, kommt im Schwerebild sehr gut zum Ausdruck; zwischen Schärding und Salzburg streichen die Isogammen regelmässig nach SE bis auf die Höhe Selzthal-Paltental; sie unter-«lagern» die Nördlichen Kalkalpen und sprechen damit für das geologische Konzept der Wurzellosigkeit dieser Einheit.
- b) Der mehr abrupte SE-Abfall der Böhmischen Masse zwischen Mailberger Abbruch in Niederösterreich und dem Malenik (Kulm) in der Mährischen Pforte dokumentiert sich im geophysikalischen Bild deutlich als E-Grenze ausgedehnter Felder von Null-Werten. Diese Hochzone ist durch die Quersenke von Olmütz geophysikalisch und geologisch deutlich unterbrochen.
- c) Das Alpenvorland in Oberösterreich bildet sich im Isogammensystem nicht ab, es sei denn, dass man es unter den Kalkalpen überschoben annimmt. Das Karpatentief als Tiefenachse der karpathischen Flyschdecken ist zwischen Lundenburg-Ung. Hradisch zwischen der Hochzone im NW (SE Rand Böhmische Masse) und den Hochs der Kleinen Karpaten geophysikalisch sehr deutlich entwickelt. Es scheint nach SW in das junge Senkungsfeld des Südlichen Wiener Beckens, bei etwa Neunkirchen, auszulaufen.
- d) Der an der Oberfläche so besonders deutlich hervortretende tektonische Alpen-nordrand bildet sich im Schwerebild nicht ab; er überschneidet in Vorarlberg, Bayern-Salzburg, Oberösterreich-Niederösterreich gänzlich verschiedene geophysikalische Bereiche, so dass wir vermuten, dass dieses geologische Bild als (relativ seichte) Oberflächenkonfiguration zu werten ist. Besonders auffällig ist der Unterschied im Schwerebild zwischen dem bayrischen und österreichischen Abschnitt – dort am N Rand eines zu den Tauern abfallenden Tiefs, hier über dem SE untertauchenden Abfall der Böhmischen Masse – so dass wir glau-

ben, dass ein Teil der Kontroversen zwischen österreichischen und bayrischen Geologen hier in «tieferliegenden» geologischen und geophysikalischen Gegebenheiten begründet sein könnte.

- e) Das Tauern-Tief bildet als grossräumiges Negativ-Gebiet wahrscheinlich die Tiefenachse des Pennintroges (CH. EXNER 1951, Sial-Tiefenwulst); es erstreckt sich nach Osten bis zum Katschberg-Mauterndorf und fällt somit mit der Ostgrenze des Tauernfensters zusammen. Eine weitere Ausdehnung nach E bis etwa zum Bösensteinmassiv wäre zu erwägen, noch weiter nach Osten jedoch kaum anzunehmen. Dieses geophysikalische Bild könnte jene geologischen Erwägungen unterstützen, die für ein Herausheben resp. Veränderung des Pennintroges nach Osten sprechen. Die gleichen extremen Negativwerte im Tauern- und im Engadiner Fenster sprechen für die schon lange vertretene gemeinsame Zugehörigkeit zur Pennin-Eugeosynklinale.
- f) Jener geologisch deutliche Grenzbereich, der als Pustertallinie, Drauzug, Alpin-Dinarische Narbe usw. bekannt ist, bildet sich im Schwerebild des österreichischen Anteils in keiner Weise ab; in Analogie zur Alpennordrandstörung dürfte es sich hier eher um seichtere Störungsbereiche handeln, deren mögliche Zuordnung zu grossen Lateralbewegungen (wrench-faults) seinerzeit von uns und jüngst von VAN BEMMELEN (1964) betont wurde.

Im grossen gesehen möchten wir auf Grund des Vorhergehenden glauben, dass sich im Schwerebild hauptsächlich jene geologischen Elemente abbilden, die als Grundzüge den Tiefenbau ausmachen. Ausgehend hiervon wäre aus dem geophysikalischen Bild zu folgern, dass der Tiefenbau des Orthogeosynkinalbereiches in einem Schnitt über das Tauernfenster wesentlich verschieden sein dürfte vom Tiefenbau der Westkarpaten und Pannoniens, wofür ja auch eine Reihe geologischer Argumente sprechen (siehe V.).

IV. Zum Bild der Hypothesenkonzepte

a) R. W. VAN BEMMELEN hat 1960 ein wohl ausgewogenes Gesamtbild der Ostalpen-Orogenese auf Grund der Annahmen einer modifizierten Undationshypothese vorgelegt. So sehr diesem Denkmodell eine innere Geschlossenheit zuzuerkennen ist, so ist die Reaktion der Ostalpengeologen hierauf doch kühl geblieben, da in diesem Konzept einige Annahmen eingebaut sind, die mit vorliegenden Gegebenheiten nicht zureichend harmonieren. Als Erläuterung dieses Sachverhaltes sei auf folgendes verwiesen:

Zum ersten: Als «Motor» der Ostalpen-Orogenese wird ein «Adriatic tumor» angenommen, durch dessen Aufsteigen das tektonische «décollement» in Gang gesetzt wird. Obwohl eine derartige Annahme natürlich nicht unzulässig ist, so muss doch gesagt werden, dass die Resultate der Tiefbohrungen Rovigno (1964) und Cesaro (1961) mächtige, nicht reduzierte Gesteinsserien ergeben haben und weiter, dass ein heute in der Nordadria gelegenes gravimetrisches Maximum im Mesozoikum nicht als «Hoch» funktioniert zu haben braucht.

Zum zweiten scheinen uns die Belege für das Prinzip «first uplift and then folding and thrusting» für die Ostalpen keineswegs so überzeugend belegt, um daraus

zwingende Hinweise für das Vorherrschen von Gravitationstektonik abzuleiten. Im Gegenteil, die in den Beskiden nunmehr bewiesene «thin skinned tectonics» (Z. ROTH 1964), also extreme Decken miozänen Alters am Aussenrand der Beskiden, verbunden mit merkbaren Absenkungstendenzen im Innern Ungarns weisen zumindest abschnittsweise auf andere als nur gravitativ gesteuerte Tektonik.

Zum dritten glauben zahlreiche ostalpine Geologen, dass es nicht gut möglich ist, ein adäquates Bild der Tektonik von Schnitten abzuleiten, die mit wesentlicher Überhöhung entworfen sind; so scheint z. B. einer hieraus abgeleiteten, unter den Zentralalpen durchgreifenden tektonischen Schaufelfläche (Sektion III, pp. 109) geringer Wahrscheinlichkeitsgehalt zuzukommen.

Obwohl diese Momente nicht zureichen, um die Undationshypothese von der Weiterentwicklung auszuschliessen, so ist sie in ihrer gegenwärtigen Form, zumindest für die Ostalpen, als tragendes Gedankenmodell nicht allzu ansprechend.

b) E. SZÁDECKY-KARDOSS hat soeben (1964) in seinen «Grosstektonischen Betrachtungen über Magmatektonik usw.» ein Gedankenkonzept veröffentlicht, in dem die überragende Rolle des magmatischen Erscheinungskreises des Innerkarpatenbereiches für das heutige Gestaltungsbild des pannonisch-karpatischen Raumes dargelegt wird. Als Ausgangspunkt dient das von VADASZ entwickelte Bild des Beckenuntergrundes Pannoniens, dass «aus etwa parallelen, langen Sedimentationsräumen und festländischen Streifen von WSW-ENE Streichen aufgebaut ist», welches «anfänglich einen para-(krato)-geosynkinalen Nebenast der alpidisch-dinarischen Orthogeosynklinale darstellt» (pp. 441, 446), womit eine wesentliche Annäherung an das heutige geologische Bild der Ostalpen erreicht ist. In der Ableitung der Weiterentwicklung der geologischen Baugeschichte geben sich jedoch bedeutende Unterschiede zum heutigen ostalpinen Gedankenkonzept insfern, als SZÁDECKY-KARDOSS den tektonischen Bogen des Karpatenrandes mit dem Neovulkanismus des Karpatenbeckens in Zusammenhang bringt.

Als vorläufige Stellungnahme hiezu sei nur auf zwei Tatsachengruppen verwiesen: die eine ist der Hinweis, dass die Fortsetzung der Vortiefen der Ostalpen und deren Bogenanlage in den Westalpen keineswegs mit einem Neovulkanismus in bezug gesetzt werden können; und weiter, dass dem oststeirischen Vulkanismus nach neuesten Bohrergebnissen räumlich und zeitlich eine grösitere Bedeutung zuzumessen sein wird. Es wird diesem jedoch in seiner engen Verflechtung mit der Tiefentektonik des Ostalpenabbruchs sicher keine ablenkende Rolle von orogenen Rand- oder Zentralträgen zuzusprechen sein. Ganz abgesehen davon, gehört er ebenfalls zum Problemkreis des pannonischen Neovulkanismus (als westlichste Provinz), so dass ein Denkmodell, aufgebaut auf die sicher im Neovulkanismus verankerten und von diesem ausstrahlenden Energien (Sehne des Ostkarpathenbogens sowie Sehne des N Karpatenbogens) eine Erweiterung durch das neuere Bild des oststeirischen Neovulkanismus erfahren dürfte.

Auch wenn die «Überschiebungen tangentialer Stirnrichtungen als Ergebnis einer grossartigen zentrifugalen Gleitbewegung» im Karpatenrandsaum als tangentiales System zu einem hypothetischen Geotumor gedeutet werden sollten, so ist doch nicht aus dem Auge zu lassen, dass weiter im Westen ähnliche tektonische Stirngirlanden nicht zu einem Geotumor in bezug zu setzen sind. Aus den gleichen

Gründen, wie wir dies zur Undationshypothese angaben, möchten wir uns hier einer von SZÁDECKY-KARDOSS aufgerollten allzu extremen Neubelebung der REYERSchen Gleitfaltungsgedanken nicht anschliessen. Als besonders wertvoll sei jedoch am genannten Gedankenmodell vermerkt, dass hierin Zerrungsscheinungen eine wichtige Rolle im Deutungskonzept des tektonischen Planes spielen, sei es verknüpft oder nicht verknüpft mit Vulkanismus, sei es verknüpft oder nicht verknüpft mit Dilatationserscheinungen grossen Ausmasses.

c) Seit der von Ch. EXNER 1951 kommentierten gravimetrischen Reduktionsarbeit von P. E. HOLOPEINEN (1947) hat nun F. A. VENING MEINESZ in «*The Earth's Crust and Mantle*», 1964, in voller Breite aber knapper Form vom Standpunkt der modernen Geophysik zur Frage des Tiefenbaues der Erdkruste und damit auch der Gebirge Stellung genommen.

Seine «down buckling» Hypothese scheint für die Geologen aus mehreren Gründen besondere Bedeutung zu haben, wie etwa:

zum ersten geht sie aus von einem Ablauf von geologischen Grossvorgängen, von denen die zwei wesentlichen Phasen an der heutigen Erdoberfläche durch eine für die Erklärung entscheidende Zuordnung von regionaler Geologie und Geophysik des Krustenbereiches gekennzeichnet ist. Und zwar ist etwa die Frühphase des «down buckling» im heutigen geologischen und geophysikalischen Bild des Sundaarchipels festgehalten, während das heutige Bild des Alpenbogens und seines Tiefenbaues einer späteren Phase entsprechen würde;

zum zweiten sind dieser Hypothese gross-mechanische und gross-geophysikalische Voraussetzungen zugrunde gelegt, die in ihren gefolgerten Grössenordnungen mit geologischen Grössenordnungen in Einklang zu stehen scheinen;

zum dritten handelt es sich um einen Erklärungsversuch, der in seiner Konsequenz sich nicht allein auf den (Ortho)- Geosynklinalbereich beschränkt, sondern das Abdriften des «Sial-Tiefenwulstes» in der Richtung der angrenzenden Quasicratonbereiche nicht nur fordert, sondern aus dem heutigen Erscheinungsbild auch abliest.

Zum vierten wird die Anordnung grosser Zerrspalten im Quasicraton eingebaut in den Raum-Zeit-«Plan» unter der Kruste ablaufender Konvektionsströmungen. Wenn es so möglich werden sollte, z. B. das Öffnen des Rheintalgrabens mit seinem Vulkanismus, das Aufklaffen der Egertalsenke, gleichfalls mit Vulkanismus, und anderer Tensionserscheinungen (Boskowiter Furche, usw.) einem im Erdmantel verankerten Grossmechanismus auch im zeitlichen Verlauf zuzuordnen, so läge hier allein schon aus dem Grunde eine dem klassischen Sinn des Wortes voll entsprechende ganz besonders zu bevorzugende Arbeitshypothese vor. Unseres Erachtens liegt ihr Vorzug neben der souveränen Verknüpfung der autonomen Denk- und Arbeitsbereiche von Geophysik und Geologie auch darin, dass sie für den geologischen Arbeitsbereich die Notwendigkeit einschliesst, heute zum Teil als heterogene Arbeitsgebiete betrachtete Erscheinungen (z. B. Tektonik in der Orthogeosynklinale und räumlich zeitlicher Ablauf der Grabenbildung im Quasicraton) in ihrem Gesamtablauf auf ein gemeinsames Bezugssystem ausgerichtet zu werten und so bei der Forschungsarbeit auf eine neue und engere Koexistenz heute divergent denkender Spezialisten anzusteuern.

V. Ergänzende Bemerkungen zur Übersichtsskizze (Tafel 1)

Als Handhabe zur kritischen Überprüfung der im vorhergehenden gegebenen Gedankengänge wird eine sehr stark vereinfachte Übersichtsskizze (Tafel 1) beigefügt. Diese soll die Durchdringung zweier grosser Tatsachen-Kreise andeuten:

einerseits stellt das uns bekannte tektonische Bild des weiteren Ostalpenraumes jenes Grossgefüge dar, welches wir nach den heute vorliegenden Übersichts- und Detailkarten sowie Bohrdaten als das Bild der obersten 5000 m der Erdkruste bezeichnen können. Der Orogenbereich, die ihm aufgeprägten Tertiären Becken und die Vorlandsenken, sowie Teile der Böhmischen Masse sind in vereinfachter Linienführung dargestellt;

andererseits ist diesem «Oberbau» eine ganz bestimmte Verteilung der Schwerfeldbereiche zugeordnet. Von diesen Schwerfeldbereichen ist z. B. das Alpen-Minimum (AM) der vermuteten Achse des Tauerntrages und das Karpaten-Minimum (KM) der vermuteten Achse des karpatischen Flysch-Troges zugeordnet. Uns gleichfalls wichtig erscheinende tektonische Elemente, wie z. B. der tektonische Aussenrand des Alpen-Karpaten-Bogens oder die alpin-dinarische Narbe scheinen im Schwerbild nicht abgebildet zu sein; deshalb möchten wir diesem im allgemeinen eher den Charakter der Abbildung jener Krustenteile zuerkennen, welche tiefer als der vorgenannte, bis etwa 5000 m reichende, Oberbau gelegen sind.

Der bemerkenswerteste Zug im kombinierten Gesamtbild ist nun der, dass bei der Auffächerung des Ostalpenorogens in östlicher Richtung tektonische und Schwerfelder einander dem Verlauf nach wohl grob entsprechen (siehe Verlauf Raablinie (R) und Balaton Linie (B) sowie die Anordnung der Savefalten), dass dagegen von den Tauern zum Balaton das Schwerfeld als Ganzes sich von einem extremen Minus- zu einem ausgesprochenen Plus-Feldbereich verändert.

Obwohl also zu der Durchverfolgung wichtiger geologischer Leitlinien von den Ostalpen in östlicher Richtung im tektonischen Bild des Oberbaues kein Zweifel besteht, so vollzieht sich in dem (unter 5000 m und tiefer gelegenen) tieferen Unterbau ein entscheidender Wandel. Eine einfache Übertragung geologischer (Tiefen)-Erklärungskonzepte von West nach Ost oder umgekehrt wird deshalb der Natur nicht gerecht werden; vielmehr scheint es uns eine Aufgabe der zukünftigen Ostalpengeologie zu sein, diesem entscheidenden Wandel im Tiefenbild voll Rechnung zu tragen. Dieser Strukturwandel im Unterbau des Orogen kann aber auch über den Ostalpenbereich hinaus für andere Orogenräume allgemeine Beachtung verdienen.

Nachwort

Nach dem Abschluss des Vorhergehenden erschien die Arbeit von H. CLOSS, *Der tiefere Untergrund der Alpen nach neuen seismischen Messungen*, Geol. Rundschau 53. Bd. 1964, S. 630, mit welcher ein schon lange fälliger Schritt in der Richtung neuer Betrachtungsweisen des Gesamtalpenbaues eingeleitet wird. Beim Vergleich der Clossschen Darstellung mit unserer wird man zurecht bedauern, dass für den Ostalpen-Karpaten-Bereich noch keine modernen geophysikalischen Tiefenresultate vorliegen. Trotzdem glauben wir, dass die von uns gegebene, viel-

leicht etwas unmodern anmutende Gegenüberstellung der Hauptzüge des heutigen geologischen Bildes mit dem Schwerebild insofern von Nutzen sein kann, wenn sie als eine Art räumlicher Grundlageninformation angesehen wird, da wir hoffen, dass die Erweiterung des Tiefenseismischen Arbeitsprogrammes nach Osten bald zur Diskussion stehen wird. Dient doch auch der CLOSSSEN Betrachtung eine vereinfachte Karte der BOUGUER Anomalien als Ausgangsplattform. Und wenn in unserer heutigen Darstellung diese vereinfachte geophysikalische Ausgangsbasis einem vereinfachten Bild der geologischen Oberflächenphänomelologie (reichend bis etwa 5 km) gegenübergestellt wird, so dürfte dies für den geophysikalischen Bereich insofern von Interesse sein, als sich aus dem heutigen geologischen Bild Schlüsse über die mögliche erdgeschichtliche Entwicklung desselben ableiten lassen, eine Folgerung, die sich aus dem heutigen geophysikalischen Bild nicht ergibt.

Ohne hier auf die wesentlichen Resultate von CLOSS eingehen zu können – S 644, verschiedenartige Bewegungen im Oberbau und Unterbau, S 646, nördliches Vorland passiv, südliches aktiv – möchten wir doch vor allem mit CLOSS betonen, «dass nicht früh und intensiv genug die Zusammenarbeit von Geophysikern und Geologen herbeigeführt werden kann».

LITERATURHINWEISE

Böhmisches Massen und Untergrund des Alpenvorlandes (I)

- BRAUMÜLLER, E. (1961): *Paläogeogr. Entwicklung des Molassebeckens in Oberösterreich und Salzburg*. Erdöl-Z. 11.
- BRIX, F., und GOTZINGER, K. (1964): *Ergebnisse der Aufschlussarbeiten der ÖMV AG in der Molassezone Niederösterreichs in den Jahren 1957–1963 (Teil I)*. Erdöl-Z. 2.
- BRIX, F., et al. (1963): *New results of exploration in the Molasse Zone of Lower Austria*. World Petr. Congr. 1963, Sect. 1, Paper 3.
- GRILL, R., und KAPOUNEK, J. (1964): *Exkursion II/1 Waschbergzone und Erdölfelder*. Mitt. G.G. 57, 1.
- JANOSCHEK, R. (1961): *Stand der Aufschlussarbeiten in der Molassezone Oberösterreichs*. Erdölzeitschrift H. 5, Mai 1961.
- KAPOUNEK, J., et al. (1965): *Die Verbreitung von Oligozän, Unter- und Mittelmiozän in Niederösterreich*. Erdöl-Erdgas-Z. 81, April 1965.
- KÜPPER, I. (1963): *Mikropal. Gliederung der Oberkreide des Beckenuntergrundes in den oberösterr. Molassebohrungen*. Mitt. G.G. Wien, 56, 591.
- MALECHA, A., et al. (1964): *Bau und Untergrund der südböhmisichen Becken*. Sbornik Geol. Ved., Svazek 4, 118.
- SCHMIDT-THOME, P. (1962): *Paläogeographie und tektonische Strukturen im Alpenlandbereich Südbayerns*. Zeitschr. D. Geol. Ges. 113, 231.

Nördliche Kalkalpen und Flysch (II)

Gruppe II/a

- ABERER, F., und BRAUMÜLLER, E. (1956): *Über Helvetikum und Flysch im Raum nördlich Salzburg*. Mitt. Geol. Ges. 49, 1.
- BRAUMÜLLER, E. (1959): *Südrand der Molassezone im Raume von Bad Hall*. Erdöl-Z. 5.
- BRIX, F., und GOTZINGER, K. (1964): *Ergebnisse der Aufschlussarbeiten der ÖMV AG in der Molassezone Niederösterreichs, 1957–1963*. Erdöl-Z. 2.
- GRILL, R. (1962): *Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Korneuburg und Stockerau*. GBA, Wien.

- GRILL, R., und KAPOUNEK, J. (1964): *Waschbergzone und Erdölfelder (Exkursion II/1)*. Mitt. Geol. Ges. 57., 1, 147.
- ROTH, Z. (1964): *Das geol. Profil des Karpatenrandes zwischen den mährischen Beskiden und der Mähr. Pforte*. Mitt. Geol. Ges. 56, 2, 503.

Gruppe II/b

- ABERER, F., et. al. (1964): *Erdöl Oberösterreichs, Flyschfenster in den Nördl. Kalkalpen (Exkursion III/2)*. Mitt. Geol. Ges. 57., 1, 243.
- PLÖCHINGER, B., et. al. (1964): *Die tektonischen Fenster von St. Gilgen und Strobl (Salzburg)*. Jb. GBA, 11.
- PREY, S. (1957): *Ergebnisse über das Molassefenster von Rogatsboden*. Jb. GBA, 100, 299.
- PREY, S., et al. (1959): *Das Flyschfenster von Windischgarsten*. Vh. GBA, 201.
- RUTTNER, A. (1960): *Das Flyschfenster von Brettl am Nordrand der niederösterreichischen Kalkalpen*. Vh. GBA, 227.
- (1963): *Das Fenster von Urmannsau und seine tektonische Stellung*. Vh. GBA, 6.

Gruppe II/c

- KOLLMANN, H., et al. (1964): *Stratigraphie und Tektonik des Gosaubeckens von Gams*. Jb. GBA, 71.
- OBERHAUSER, P. (1963): *Die Kreide im Ostalpenraum Österreichs*. Jb. GBA, 1.
- PLÖCHINGER, B., et al. (1961): *Gosaumulde von Grünbach und der Neuen Welt*. Jb. GBA, 359.
- PLÖCHINGER, B. (1963): *Die Kreide-Paläozänablagerungen in der Giesshübler Mulde*. Mitt. Geol. Ges. 56, 2, 469.
- WOLETZ, G. (1963): *Charakteristische Abfolgen der Schwermineralgehalte in Kreide und Alttertiär der nördl. Ostalpen*. Jb. GBA, 89.

Zentralalpen (III)

Gruppe III/a

- KRISTAN-TOLLMANN, E., und TOLLMANN, A. (1963): *Das mittelostalpine Rät-Standardprofil aus dem Stangalm-Mesozoikum*. Mitt. Geol. Ges. 56., 2, 539.
- TOLLMANN, A. (1958): *Geologie der Mosermandlgruppe*. Jb. GBA, 79;
- (1962): *Das Westende der Radstätter Tauern*. Mitt. Geol. Ges. 55, 85.
 - (1960): *Der Twenger Wandzug*. Mitt. Geol. Ges. 53, 117.
 - (1964): *Semmerung-Grauwackenzone (Exkursion II/6)*. Mitt. Geol. Ges. 57, 1, 194.
- STOWASSER, H. (1956): *Zur Schichtfolge, Verbreitung und Tektonik des Stangalm-Mesozoikums*. Jb. GBA, 75.

Gruppe III/b

- BECK-MANNAGETTA, P. (1959): *Übersicht über die östlichen Gurktaler Alpen*. Jb. GBA, 313.
- FRITSCH, W. (1964): *Das Kristallin der Saualpe und die Oberkreide (Eozän) des Krappfeldes (Exkursion III/6)*. Mitt. Geol. Ges. 57., 1, 384.
- METZ, K. (1964): *Beiträge zur Geologie der Rottenmanner und östl. Hohen Tauern*. Vh. GBA, 1, 65.

Gruppe III/c

- EXNER, CH. (1958): *Geologische Karte von Gastein, mit Erläuterungen*. GBA Wien.
- (1964): *Geologische Karte des Sonnblickgebietes, mit Erläuterungen*. GBA Wien.
- FRASL, G. (1958): *Zur Seriengliederung der Schieferhülle in den mittleren Hohen Tauern*. Jb. GBA, 323.
- FRASL, G., und FRANK, W. (1964): *Mittlere Hohe Tauern (Exkursion I/2)*. Mittl. Geol. Ges. 57, 1, 17.
- KARL, F., und SCHMIDEGG, O. (1964): *Hohe Tauern, Grossvenedigerbereich (Exkursion I/1)*. Mitt. Geol. Ges. 57, 1, 1.
- SCHMIDEGG, O. (1961): *Geologische Übersicht der Venedigergruppe*. Jb. GBA, 35.

Südalpen (IV)

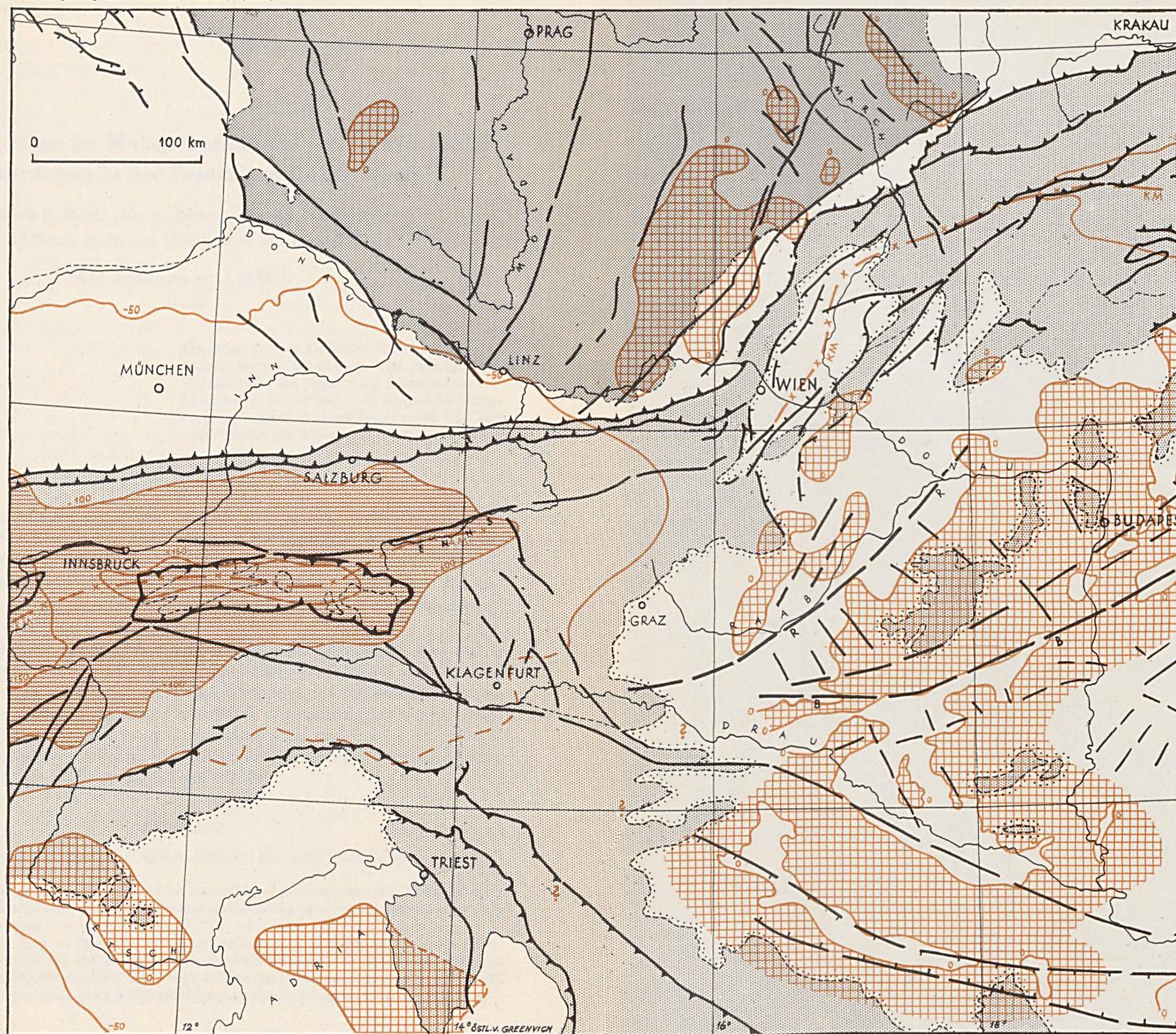
- VAN BEMMELEN, R. W. (1957): *Beitrag zur Geologie der westlichen Gailtaler Alpen (I).* Jb. GBA, 179.
 – (1961): *Beitrag zur Geologie der Gailtaler Alpen (II).* Jb. GBA, 213.
 KAHLER, F., und PREY, S. (1963): *Erläuterungen zur geologischen Karte des Nassfeld-Gartnerkofel-gebietes.* GBA Wien.
 PILGER, A., und SCHÖNENBERG, R. (1958): *Der erste Fund mitteltriadischer Tuffe in den Gailtaler Alpen.* Zeitschr., D. Geol. Ges. 110, 205.

Geophysik (V)

- BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGWESEN, Wien (1963): *Schwerekarte von Österreich 1:1000000.*
 BUREAU GRAVIMETRIQUE INTERNATIONAL, PARIS (1963): *Anomalies de Bouquer, Feuille de Vienne* (edition preliminaire).
 CLOSS, H. (1964): *Der tiefere Untergrund der Alpen nach neuen seismischen Messungen.* Geol. Rundschau 53/2, S. 630.
 EXNER Ch, (1948): *Der rezente Sial-Tiefenwulst unter den östlichen Hohen Tauern.* Mitt. Geol. Ges. Wien 39–41, 1946–48, 75.
 SCHEFFER, V. (1960): *Some Contributions to the geophysical knowledge of the Carpathian basins.* Acta Techn. Hungarica 30/3–4.
 – (1962): *Geophysikalische Angaben zur Tektonik des Grenzgebietes der Ostalpen.* Mitt. Geol. Ges. Wien 55, 61.
 – (1964): *Geoph. investigation of the geothermal zones of the earth.* Acta Techn. Hungarica, 47, 3/4, 409.
 VENING-MEINESZ, F. A. (1964): *The earth's crust and mantle.* Development in solid earth geophysics. Elsevier Publishing Co. Amsterdam.

Neuere Synthesen (VI)

- AUBOIN, J. (1963): *Esquisse paléogéographique et structurale de chaînes alpines de la Méditerranée moyenne.* Geol. Rundsch., 53, 480.
 AUTOR-COLLECTIV (1960): *Tectonic development of Czechoslovakia.* Cesk. Akad. Ved. Raha.
 VAN BEMMELEN, R. W. (1960): *New views on east alpine orogenesis.* XXI. Intern. Geol. Congr. (Norden) 1960, XVIII, 99.
 DEL NEGRO, W. (1962): *Neue Vorstellungen über den Bau der Ostalpen.* Jb. GBA, 1.
 STILLE, H. (1953): *Der geotektonische Werdegang der Karpaten.* Beihefte z. Geol. Jahrb. 8.
 SZADECZKY-KARDOSS, E. (1964): *Grosstektonische Betrachtungen über Magmatektonik und Magmatismus des innerkarpatischen Vulkanismus.* Acta Geologica Budapest VIII, 1–4, 434.
 TOLLMANN, A. (1963): *Ostalpensynthese.* Verlag F. Deuticke, Wien.
 TRÜMPY, R. (1960): *Paleotectonic evolution of the Central and Western Alps.* Bull. Geol. Soc. Am. 71, 843.
 WUNDERLICH, H. G. (1964): *Gebirgsbildung im Alpen-Nordapennin-Orogen.* Tectonophysics 1, 1, 73, Aug. 1964.



Tektonik und Schwerebild im OSTALPENRAUM

(STARK VEREINFACHTE DARSTELLUNG)

ENTWURF: H. Klüper, 1965

I. GEOLOGISCHE GROSSEINHEITEN:

Böhmisches Massiv

Orogen Bereiche:

Alpen, Karpaten und Untergrund Pannoniens

Alpen Vorland Interorogene Senkungs- felder. Venetian. Tiefebene

II. GROSSBEREICHE DER SCHWEREANOMALIEN:

Schwer - Maxima Felder ≥ 0 mgal

Schwere - Minima Felder
 $< -100 \text{ mgal}$

 Alpine Minimum Achse

~~KM~~ Karpat. Minimum Achse