

Gedanken zur Tektonogenese der nördlichen Molasse zwischen Rhone und March

von Werner FUCHS *)

Mit 1 Tabelle und 3 Tafeln (= Beilagen 12—14)

Österreichische Karte 1: 50000
Blätter 1—163

Schlüsselwörter
Molasse Schweiz—Mähren
Beziehungen zum Helvetikum
Revision der Tektonogenese
Phasenhafter Ablauf
Lage des tektonischen Alpen-
und Karpatenaußenrandes

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einführung	208
Revision der Tektonogenese der Molasse an Hand ausgewählter Beispiele	217
Revision der Tektonogenese der Molasse im Überblick des dargestellten Raumes	236
Literatur	240

Zusammenfassung

Bei Berücksichtigung der bereits heute vorliegenden Kenntnisse über die räumliche Beziehung von helvetischer und epikontinentaler Vorlandfazies des Untergrundes wird es offensichtlich, daß sich die Molasse im Alpenraum in ihren Anfängen hauptsächlich auf dem Boden des Helvetikums entfaltet hat. Ihr Übergreifen auf Vorland und Kalkalpen stellt nur Ausnahmsituationen vor. Mit der Deutung des Rhenodanubischen Flysches im Sinne von R. OBERHAUSER kommt damit die Molasse sogleich mitten in das tektonische Geschehen des Jungalpidikums. Sie ist keineswegs die periphere Saumtiefe vor den Alpen, welche nur indirekt von den Dislokationsphasen betroffen worden ist, wie das eine von der heutigen Lage der Molassezone ausgehende Betrachtung der Gesamtmolasse verstanden hat und noch immer versteht. Eine von belastenden Vorstellungen unabhängige und neutrale Terminologie der Molassegliederung wird vorgeschlagen. Hiedurch gewinnen auch die auffälligen Sedimentationsenden bestimmter Molasseelemente unter dem Gesichtspunkt von subduzierenden Kräften der Ausschaltung von Sedimentationsräumen neue Aspekte. Der phasenhafte Ablauf des geodynamischen Prozesses wird dadurch deutlich und bestätigt. Darunter kann die Helvetische Phase doch mit der Bildung der Helvetischen Decken in Zusammenhang gebracht werden. Die Formung der „Subalpinen“ Molasse überkommenen Verständnisses wird dem Savischen Bauakt zugeschrieben. Gleichzeitig war der erste Molassetrog auf fast ausschließlich helvetischer Unterlage überwältigt worden. Dabei ist zu beachten, daß die „Subalpine“ Molasse der Schweiz, Vorarlbergs und Süddeutschlands nicht mit der Ostösterreichs und Mährens verglichen werden darf. Es handelt sich um zwei tektonogenetisch unterschiedliche Molasseelemente. Der Verfasser betrachtet die in die Dislokationen miteinbezogenen Molasseteile als zum Deckengebäude der Alpen bzw. Karpaten gehörig. Deshalb fällt der gegenwärtige tektonische Außenrand des Gebirges nicht mit dem Ausstrich der Berührungsfläche Helvetikum (oder Flysch oder Kalkalpen) zu Molasse zusammen, sondern liegt in der orogenfernen Randfläche von jüngerer Innerer Molasse (JIM) im Westen bzw. von Innerer Zentraler Molasse (IZM) im Osten. Es gibt dort keine Randantiklinalstrukturen oder Schubflächen, die zur Vorlandmolasse „vermitteln“. In dem vom Autor bekräftigten Jüngerwerden der Bewegungen der alpinen Decken gegen das Vorland hin in Richtung Osten drückt sich die geodynamische Anpassung der alpinen, während der Illyrisch-Savischen Zyklen geschaffenen Verhältnisse aus mit jenen der Westkarpaten, deren Ausgestaltung den Savisch-Moldavischen Phasenzyklen angehört.

*) Anschrift des Verfassers: Dr. Werner Fuchs, Geol. Bundesanstalt, Postfach 154, Rasumofsky-gasse 23, A-1031 Wien.

Einführung

„Die Berge sind wohl jetzt, da diese Wissenschaft noch jung ist und wo man ihre ersten und greifbarsten Züge sammelt, von der größten Bedeutung; aber es wird auch die Ebene an die Reihe kommen, und ihre einfache und schwerer zu entziffernde Frage wird gewiß nicht von geringerer Wichtigkeit sein.“ Adalbert STIFTER (Der Nachsommer: Die Beherbergung).

Vor mehr als hundert Jahren sind diese seherischen Dichterworte niedergeschrieben worden. In der seither verflossenen Zeit hat die Geologie im zur Betrachtung stehenden Raum in stürmischer Entfaltung darüber hinaus eine recht enge Verknüpfung der „Berge“ mit der „Ebene“ im evolutiv-geodynamischen Geschehen erhellt und bewußt gemacht. Besonders verdienstvolle Fortschritte des Kenntnisstandes sind dabei der Erdölexploration der letzten Jahrzehnte zu danken. Die gewichtige Rolle der Molasse (der „Ebene“) für zeitlich-paläogeographische Rekonstruktionen jungalpider Ereignisse in den „Bergen“ ist heute allgemein anerkannt. Demgegenüber erscheinen dem Verfasser ihr erheblicher Einbezug in jene gewaltigen dislozierenden Bewegungen und ihr Anteil am Aufbau des sich infolge fortschreitender Subduktionen stapelnden Deckengebäudes im Orogen noch weitgehend unterschätzt und geringgeachtet zu werden. Nach wie vor erblickt man in der Molasse vorwiegend nur eine exogeosynklinale, sich allmählich in epirogenetischen Wellen gegen das Vorland ausdehnende und sich mit dem Abtragungsschutt des reifenden und herandrängenden Orogens auffüllende „Vorsenke“, gleichsam die Kloake der späteren Gebirge der Alpen und Karpaten. Junge und jüngste, schon ausklingende Überschiebungsakte hätten sie endlich in unmittelbare alpine Vorgänge verwickelt und so mit dem „Gebirge“ verschweißt, wobei die Subalpine Molasse herkömmlichen Verständnisses die Nahtstelle markiere.

Die augenfällig widersprüchliche Situation im gegenwärtig vorhandenen Wissensstand um die Tektogenese der Molasse meint der Autor bei weiträumiger und objektiver Zusammenschau hinlänglich in der mehr als hundertjährigen Erforschungsgeschichte des Bereiches begründet zu finden. „Der große Raum der Molasse — vom Genfer See bis Rumänien — ist nicht einheitlich gebaut, sondern weist in den einzelnen Teilgebieten beträchtliche Unterschiede im Alter, der Ausbildung und Tektonik auf, welche natürlich erst beim Vergleich größerer Abschnitte klar hervortreten“ (R. JANOSCHEK, 1964: 332). Die Ausgangspositionen waren also von der Natur schon selbst verwirrend genug abgesteckt worden: In der Schweiz erkannte man etwa auf Grund eindrucksvoller Aufschlußverhältnisse die Subalpine Molasse als bis zu beachtlichen Maßen von helvetischen und penninischen Decken überfahren. — In der süddeutschen Faltenmolasse vermuteten die kartierenden Geologen deren sedimentären Kontakt im südlichen Muldenverlauf mit Helvetikum, beobachteten im Tertiär des Unterinntales Molassesedimente auf den Kalkalpen lagernd und schlossen daraus auf eine relative Autochthonie der Faltenmolasse ohne alpine Überschiebung und auf eine ehemals flächenhafter verbreitete Molassehülle des Alpenkörpers. — In Niederösterreich entdeckte man ältere Molasse, vom Untergrund hochgeschuppt und verschleppt, in fensterartigem Aufbruch inmitten alpiner Deckenlandschaft. — In der Waschbergzone und ihrer nordöstlichen Fortsetzung in Mähren, der Steinitzer Zone, begegnete man schließlich Anteilen innerer Molasse, die als selbständige tektonische Einheiten randlich in den alpinen Bau einbezogen sind.

In den scheinbar so gegensätzlich gebauten Teilbereichen der Molasse hatten sich nach einer gewissen Akkumulation von Daten und Erfahrungen sehr bald unvereinbare Thesen zur Erklärung des geologischen Bildes von heute insgesamt

entwickelt. Den gewonnenen Ergebnissen in den Nachbargebieten mißtrauend oder sie zumindest im eigenen Abschnitt für nicht zutreffend bzw. nicht anwendbar haltend, wurden die naturgemäß lokal begrenzten Ansichten hierbei häufig unnötig scharf und kompromißlos formuliert. Eine zunehmend erstarrte Haltung anderen Vorstellungen gegenüber führte zwangsläufig zu ganz grotesken Auswüchsen wissenschaftlichen Urteilsvermögens. So erwog man allen Ernstes „hüben wie drüben“ die Möglichkeit abweichender Bildungsvorgänge innerhalb nationaler Grenzen, um offensichtlichen Schwierigkeiten und Ungereimtheiten beim überregionalen Vergleich des historischen Ablaufes der Molassezeit begegnen oder — klarer ausgedrückt — ausweichen zu können. Zentrales Thema aller Streitgespräche waren die Positionen der „Subalpinen“ und „Inneralpinen“ Molasse im tektonischen Gebäude der Alpen und Karpaten. Denn darüber war man sich fast ausnahmslos einig, daß beide in wie immer gearteter Form die Verbindungsglieder zwischen Orogen und Vorland repräsentierten. Eine in langer und mühevoller Forschungstätigkeit erstellte, den lokalen Begebenheiten natürlich vorzugsweise Rechnung tragende und aus der eben zuvor kurz umrissenen geschichtlichen Evolution der Erkundung der einzelnen Molasseauschnitte begreifbare Terminologie regionaltektonischer Art — vom Verfasser aus diesem Blickwinkel durchaus positiv bewertet — hatte indessen Ausmaße erreicht, die die existierenden Meinungsverschiedenheiten nicht nur nicht beseitigte, sondern im Gegenteil Mißverständnisse geradezu provozierte.

Inzwischen haben im Verlaufe des letzten Jahrzehntes Forschungsergebnisse von weitreichender und folgenschwerer Bedeutung eine langsame und zögernde Aufgabe der fachlichen Engstirnigkeit und ein Hinwenden zu beweisgestützter umfassender Synthese möglichst frei von jedem ungesunden Übermaß an Spekulation bewirkt. Man sah sich beispielsweise relativ unvorbereitet plötzlich mit den Anforderungen der Plattentektonik konfrontiert, wiewohl ein wesentlicher Ansatzpunkt dieser durch das amerikanische Challenger-Tiefseebohrprogramm in vorbildlicher internationaler Zusammenarbeit nun tatsächlich der Wirklichkeit nahekommenden Idee zur Erfassung und Klärung „gebirgsbildender“ und paläogeographischer Phänomene der Krustengestaltung der Erdoberfläche einst von den Alpen in erster konkreter Formulierung ausgegangen war. — Des weiteren nötigen allmählich die wachsenden Erkenntnisse über die Beziehungen von Helvetikum und Molasse zu flexiblerer, neu zu durchdenkender Einstellung. Denn einerseits haben wohl Erdölbohrungen die Eingliederung innerer, im Orogen gelegener Molassepartien in die Stapelung von Jungschichtenpaketen, welche während mehrphasiger Subduktionen von ihrer Unterlage losgerissen worden waren, nachgewiesen und die im gleichen Rhythmus erfolgte, eindrucksvolle Ausmaße erreichende Verschiebung der Vorlandmolasse unter den eben erwähnten Deckenhaufen bestätigt. Andererseits beglaubigen jedoch jüngste Kartierungsergebnisse von Geologen, die sich durchaus dem extremen Nappismus verbunden fühlen, in Vorarlberg den schon seit langem im Allgäu postulierten sedimentären Kontakt von Subalpiner Molasse mit Helvetikum.

Die bisher getroffenen Maßnahmen zur Lösung des eher historisch bedingt schwierigen Problems „Molasse“ sind nach Meinung des Autors hingegen immer noch unzulänglich. Im westlichen Abschnitt des hier im folgenden frischen Überlegungen unterworfenen Bereiches werden nämlich die individuellen Versuche abrundender Zusammenfassungen und informativer Gesamtschau unverändert mächtig und nachhaltig von alten Lehransichten umfassen, ja oft geprägt. Die überlieferte Abwicklung der Tektogenese der Molasse wird hartnäckig verteidigt, und der ständig wachsenden Gegenbeweislast gerade nur so viel Raum zugestanden, als sie

sich kraft ihres Gewichtes erzwingen kann. Eine unbelastete und unvoreingenommene Betrachtung der Sachlage aus anderer Sicht scheint in naher Zukunft ausgeschlossen. — Auf der anderen Seite hat sich ein beständig größer werdender Kreis von Wissenschaftlern gefunden, der in Übereinstimmung mit den Arbeitsgewohnheiten seiner östlichen Protagonisten in beinahe organisierter Weise aus dem allerdings engen Blickfeld vorwiegend paläontologischen Spezialistentums den Werdegang der Paratethys zu erforschen sucht. Zahlreiche monographische Untersuchungen verschiedenster Organismengruppen stellen bleibende Werte der Bemühungen der Gemeinschaft vor. Überdies deckten Vergleiche der Fossilinhalte der bislang in der zentralen Paratethys gebräuchlichen Zeitbegriffe mit jenen außerhalb dieses Nebenmeeres gelegenen Typuslokalitäten gravierende Unstimmigkeiten auf. Die deshalb notwendig gewordene Neuordnung, Neudefinition und Neubenennung der historischen Tertiäreinheiten des Raumes ermöglichen seither einen irrtumsfreien Anschluß an überregionale Zonenschemata. Beiträge regionalgeologischer Abklärungen strittiger Fragen konnten jedoch — wenn überhaupt — höchstens in nachvollziehender Art erbracht werden.

Die ungleiche Ausrichtung der herangezogenen Gesichtspunkte — im Westen der durch großräumige Geländeerfahrungen erweiterte geologische Horizont, im Osten die zwangsläufig punkthafte Konzentration auf relativ wenige wirklich bezeichnende Fossilfundstellen ohne Berücksichtigung langer Strecken ungenügend oder gar nicht paläontologisch verwertbarer Landstriche — haben nun bedauerlicherweise neue Barrieren der gegenseitigen Verständigung errichtet, nachdem man endlich die alten überwunden zu haben glaubte. Augenfälligstes Beispiel dafür ist für den Autor die unentschlossene oder vielmehr hinhaltende Einstellung des Westens der jüngst im Osten kreierte Zeitnomenklatur gegenüber. Wohl mag etwa für Erdölfirmer die westliche Paratethys alles, die Resttethys und erst recht der Atlantik nichts bedeuten. In einer Ära engster internationaler Beziehungen und Verflechtungen hieße das indes freiwillige geistige Isolation. Bedenkt man außerdem, daß diese Skala letztlich ja Frucht generationenlanger Geologentätigkeit mit Hilfe der Paläontologie und nicht umgekehrt ist, sollte ihre Übertragung aus dem rein marinen Bereich in die terrestrisch-marine Einflußsphäre der Molasse nicht zu schwer fallen. Hat doch auch da in erster Linie die Geologie in ausgewogener Zusammenarbeit mit verwandten Wissenszweigen in beharrlichem Kenntnisfortschritt den räumlichen wie zeitlichen, im Detail gewiß noch zu modifizierenden Ablauf der Faziesänderungen und -übergänge in groben Zügen bereits gezeichnet.

Vor die Aufgabe gestellt, unter anderem auch das Molassekapitel für eine von der Geologischen Bundesanstalt geplante „Geologie von Österreich“ abzufassen, sah der Verfasser darin eine günstige Gelegenheit, die ihm vertrauten Verhältnisse des Tertiärs Ostösterreichs mit der in mehrfacher Hinsicht andersgearteten Situation Vorarlbergs in Einklang zu bringen. Seine in weitflächigen Kartierungen und gezielten Geländefahrten während vieler Jahre gesammelten Erfahrungen haben wesentlich zur Vereinheitlichung des geologischen Bildes in Ober- und Niederösterreich beigetragen. Es möge an einiges davon erinnert werden: in Oberösterreich an das identifizierte Vorkommen von Pielacher Tegel, an den Nachweis der Zweigliederung auch des Linzer Sandkomplexes und Hinweis auf die Stellung des Perger Sandsteines darin, an den berechtigten Vergleich der „Fossilreichen Grobsande“ in der Taufkirchener Bucht mit den Phosphoritsanden und in Niederösterreich vor allem an die durch die Molasseenge zwischen Amstetten und St. Pölten bis nahezu an die Wiener Pforte nachgewiesene Verbreitung des Robulus-Schliers s. l. mit

seinen charakteristischen Sand- und Mergelplattelschottereinschaltungen, an die korrigierte, sich jetzt harmonisch einfügende Position der *Oncophora*-Schichten und an die Abklärung der stratigraphischen Lage der hauptsächlich Flyschkonglomerate in der südlichen Ungestörten und Subalpinen Molasse. — Von den stratigraphischen Problemen war es gedanklich nur ein Schritt zu Fragen der Tektonik. Seit längerem konnte sich der Schreiber mit der schon eingangs geschilderten Rolle, die man allgemein der Molasse im Szenarium des Jungalpidikums zugedacht hatte, nicht abfinden. Bis heute pflegt man sie fast ohne Ausnahme in Verkennung wichtiger Tatsachen bloß als eine außerhalb der eigentlichen Geosynklinale gelegene Saumtiefe zu betrachten, die sich infolge epirogen bedingter Trogachsenverlegungen weiter in das Vorland ausbreitete. Ihre Berührung mit den Begebenheiten „tief drinnen im Orogen“ wäre nur indirekter Natur gewesen, indem sie den vorwiegend von dort herrührenden Abtragungsschutt aufgenommen hätte. Erst von einer der letzten Dislokationsphasen wäre sie bestenfalls mit ihren orogennahen Anteilen erfaßt und, dabei von den alpinen Decken entweder überschoben oder an diese gepreßt gedeutet, den Alpen angegliedert worden.

Schlüsselposition der Überlegungen des Verfassers hat die berühmte „Schuppenstruktur von Perwang“ inne. Man stand diesem 1958 entdeckten, fünffach in sich geschuppten, aus Vorlandoberkreide und Obereozän bis Chatt bestehenden, über tausend Meter mächtigen Schichtpaket zunächst sichtlich rat- und fassungslos gegenüber. Hatte doch die Bohrung Perwang 1 sechs Kilometer nördlich des auch gegenwärtig noch allgemein als tektonische Begrenzung akzeptierten heutigen Alpennordrandes unter junger ungestörter Molasse ein offenbar gewaltiges alpinen Bauelement erschlossen (H. KÜPPER, 1960; S. FREY, 1960; E. CLAR, 1965). Im Verein mit vorausgegangenen Kartierungen in der Subalpinen Molasse war nach zusätzlichen Tiefenaufschlüssen schon bald der unmittelbar engste Bezug zwischen Überschiebungen der alpinen Decken und Schuppenbildung in der Molasse betont worden (E. BRAUMÜLLER, 1959; F. ABERER, 1962): „Mehrfach wurde sogar ein mehr oder weniger mächtiges Schichtpaket der Molasse von den nordwärts wandernden Decken der Alpen erfaßt und ist z. T. mit der mesozoischen Unterlage (Perwang 1) oder ohne dieselbe (z. B. Ostteil des Feldes Voitsdorf) mehrfach geschuppt in den Südteil des Molassetroges mehrere Kilometer weit eingegliedert und liegt nun auf gleichaltrigen, flachliegenden Sedimenten der Molassezone“ (R. JANOSCHEK, 1971: 97). Gerade aber in der abschließenden Fassung eines mehrere Kilometer weiten Eingleitens sieht der Verfasser eine gewisse Entstellung des sonst richtig interpretierten Herganges und ein unnötiges Zugeständnis an andere gängigere Auslegungen. Denn dem unleugbar großzügigen Bewegungsphänomen maß man überwiegend nur lokales Vorkommen und beim Vergleich mit der Subalpinen Molasse eine deutliche Sonderstellung zu. Deshalb ließ die dominierende Anschauung einer Molasseentwicklung hauptsächlich fernab jungalpidischer Dislokationen im gemäßigten Fall lediglich das mit jenen Ereignissen synchron laufende olisthostromartige „Eingleiten“ eines Schuppenkörpers zu (u. a. R. OBERHAUSER, 1965 und 1968; E. CLAR, 1973). Extreme Auffassungen wollen darin sogar einen wohl gleichzeitigen (nämlich savischen), aber völlig selbständigen Bauakt innerhalb der Molasse sehen (E. VEIT, 1963; A. TOLLMANN, 1964 und 1966). Naturnäher sind die jüngsten Vorstellungen von S. PREY, wonach die vorrückende Schubmasse des Flysches das vor dem heutigen Alpennordrand liegende Schuppenpaket erzeugt haben soll (1971) und analoge Schuppen an vielen weiteren Orten in der Tiefe vermutet werden (1974).

Der Verfasser hatte sich mit der mittlerweile ja längst praktisch widersprochenen örtlichen Bescheidung der Perwanger Schuppen und räumlichen Trennung der

Molasse vom direkten alpinen Geschehen nicht befreunden können. Er stimmt K. LEMCKE (1962:280) uneingeschränkt zu, daß „... in Perwang 1 ein gut datierbarer Teilausschnitt weiträumigerer tektonischer Vorgänge sichtbar wird...“, ist darüber hinaus allerdings auch bereit, die daraus resultierenden Folgerungen zu ziehen. Gegebenen Anlaß bot die vorhin erwähnte Notwendigkeit, die stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse Vorarlbergs mit denen Ostösterreichs abzugleichen. Beim Durchdenken der geologischen Situation der sich dazwischen erstreckenden süddeutschen und der jenseits des Rheins weiter ziehenden schweizerischen Molasse kam der Autor zu den Schlüssen, daß ihre Tektogenese ganz anders, nämlich in unmittelbarem Zusammenhang mit dem und in räumlich engster Bindung an das Orogen betrachtet werden müsse, daß die „subalpine“ Molasse der Schweiz, Vorarlbergs und Deutschlands nicht parallelisierbar sei mit der „subalpinen“ Molasse Salzburgs, Ober- und Niederösterreichs sowie entsprechender Partien Mährens und daß die gesamte „subalpine“ Molasse der westlichen Paratethys ein savisches Bauelement vorstelle.

Aber eben die letzte Erwägung des Autors, welche übrigens schon als Andeutung ohne tieferes Eingehen bei E. VETTER, 1963, und A. TOLLMANN, 1966, nachgelesen werden kann, steht in direktem Widerspruch zur althergebrachten und bis heute trotz vieler möglicher Gegenargumente beibehaltenen Ansicht, „... daß der scharfe tektonische Kontrast zwischen ihr (der süddeutschen Faltenmolasse nämlich, der Verf.) und der Tertiärbasis darauf beruht, daß sie — in nachsarmatischer Zeit — beim Vorrücken der Nordalpen, gewissermaßen als „Knautschzone“, nach N geschoben wurde, wobei vor allem die mächtigen Tonmergel des Rupel als Gleitmittel gedient haben mögen“ (K. LEMCKE, 1973: 31—32). Selbst M. RICHTER, dessen aller massiven Ablehnung spottende, bewundernswert weitblickende Schau in den letzten Jahren durch die Bohrungen Staffelsee 1 (M. MÜLLER, 1970) und Miesbach 1 eine so glänzende Bestätigung erfahren hat, war und ist dieser Idee verhaftet. Es liegt das an der eingangs vom Verfasser beklagten Einstellung zur Funktion der Molasse innerhalb des Jungalpidikums, daran sich angesichts auch neuester Resultate bei umfassenden Betrachtungen in wesentlichen Punkten nichts geändert zu haben scheint. Vom Ablagerungsraum der späteren Vorlandmolasse ausgehend, verstand und versteht man die Molasse in ihrer Gesamtheit noch immer als eine den eigentlichen Ereignissen entrückte Saumtiefe vor dem Orogen. Im nahezu ganzen Abschnitt hätte die Sedimentation ohne Unterbrechung bis ins Sarmat fortgedauert. Erst in postsarmatischer Zeit — weil selbst das Sarmat noch in Schichtaufrichtungen einbezogen — hätten die „brandenden Alpen“ den Molassetrog erreicht, südliche Teile in der Schweiz ihres steifen grobklastischen Aufbaues wegen überschoben, in Deutschland aber infolge der ausgewogenen Verteilung derber und feinkörniger Gesteine durch Stauchung die bekannten Faltenbilder verursacht. Der nachfolgenden Hebung und Erosion wären die jüngeren Schichtglieder (bis zum höheren Aquitan) größtenteils zum Opfer gefallen. Der Übergang von der gestörten (= Subalpinen) zur ungestörten (= Vorland-) Molasse wäre der ursprüngliche geblieben, wenn auch durch Antiklinalbildungen, Randunterschiebungen und steile Dislokationsflächen maskiert. Indem man die aufgerichteten Partien der südlichen Vorlandmolasse zur Subalpinen Molasse rechnete, verlieh man dem noch besonderen Ausdruck.

Bevor der Autor auf seine Gedankengänge im Hinblick auf eine revidierte Abwicklung der Tektogenese der Molasse eingeht, möchte er drei Prämissen betonen.

Sie werden manchem vielleicht banal anmuten, werden aber vom Verfasser besonders wichtig erachtet, weil sie noch immer Ursachen ernster und scheinbar unüberbrückbarer Mißverständnisse sind.

1. Beginn der Molassezeit: Er wird allgemein mit dem Anfang des Obereozäns gleichgesetzt. Damals hatten gravierende tektonische Vorkommnisse im alpinen Raum ihren Abschluß bzw. Auftakt genommen. Im West- und Ostalpenabschnitt waren der ozeanisierte Teil der Tethys — das Penninikum — und der nördlich angrenzende Kontinentalabhang — das Ultrahelvetikum — endgültig der Sedimentation entzogen worden. An der Wende Mittel-/Obereozän hatte die seit der höheren Kreide währende „penninische“ Subduktion im Verlaufe der Illyrischen Dislokationsphase zur völligen Abdeckung dieser Tröge geführt. Das Ostalpin, das im Prozeß des nach Süden gerichteten ruckweisen Einfließens der Europäischen Platte unter seiner Auflast allmählich immer mehr Schichtverbände des Süd- bis Nordpenninikums und zuletzt auch solche des Ultrahelvetikums abgesichert und unter sich bis knapp vor sich aufgetürmt hatte, stand dicht am Südrand des Südhelvetikums. Meererfüllt verblieb für kurze Zeit noch das ehemalige Verbreitungsareal des Südhelvetikums einschließlich benachbarter Anteile des Nordhelvetikums. Von hier aus hatte die See demnach unvermittelte Gelegenheit, einerseits in morphologisch geeignete Muldenzonen der Kalkalpen nach Süden (Reichenhall, Unterinntal), andererseits im zentralen Teil unseres Molasseausschnittes (Ostbayern, Salzburg und Oberösterreich) beträchtlich nach Norden in das Vorland vorzustoßen. Weder der Flysch noch später das Helvetikum lagen als größere Festlandbögen zwischen Orogen und Molasse. Der Rhenodanubische Flysch der Ostalpen zum Beispiel wurde unter bis etwas vor der stauenden Masse des Ostalpins hergewälzt, ohne jemals bedeutendere räumliche Breite zu erreichen. Das Helvetikum aber war ja der Ausgangspunkt und Schauplatz der „Geburt“ der Molasse, die im Alpenraum vorerst nicht als weiterer randlich hinzugewonnener Trog, sondern als über alle noch offen stehende Meeresbereiche gleichzeitig und gleichförmig hinweggreifendes, Mesomit Neoeuropa vereinigendes Moment in der Plattentektonik aufgefaßt werden sollte. Mit Beginn des Obereozäns herrschten in jenen noch marinen Gebieten fast überall — vom Vorland bis in die Kalkalpen — zunächst Flachwasserablagerungen in Form von Großforaminiferen- und Algenkalken vor. Das Meer vertiefte sich dann offensichtlich, denn es folgen darauf allseits pelagische Globigerinenschiefer. Nach der Pyrenäischen Phase, ungefähr im obersten Obereozän einsetzend und bis an die Wende Eozän/Oligozän anhaltend, welche die „helvetische“ Subduktionsära einleitete und das Südhelvetikum im schweizerischen Sinne durch Unterströmung unter den jetzt konsolidierten Block des Penninikums von weiterer Sedimentation ausschaltete und erster Loslösung seines Sedimentmantels unterwarf, erfolgte nun im südlichen Nordhelvetikum, das vor der neuen Orogenfront zum Tiefseeegraben geworden war, die Ablagerung orogener Gesteinsserien in Flyschfazies. Das geschah überall dort, wo bald darauf die vielfach verkannte Helvetische Dislokationsphase innerhalb des Lattorfs wohl berechtigt die geodynamischen Voraussetzungen zur Bildung der Helvetischen Decken schaffen sollte. Der Vorgang ist in der Schweiz belegbar und kann in den Ostalpen mittelbar bis etwa zur Salzach erahnt werden. Weiter im Osten, wo dieser Bewegungsakt höchstens in epirogenetischen Seespiegelschwankungen spürbar wurde, fand auf dem Boden des Südhelvetikums (im Sinne der Schweizer) bzw. der diesem ungefähr entsprechenden Buntmergelserie — Zdauneker Einheit — des Subsilesikums (im polnischen Verständnis) kontinuierlich bis etwa ins tiefere Untereger die Ablagerung von Gesteinen in flyschoider Fazies statt (Östösterreich — Mähren).

2. Beziehungen Molasse — Helvetikum: Aus Prämisse 1 sollte die engste Verknüpfung beider ersichtlich geworden sein. In den Westkarpaten hatte es im Obereozän keine „penninische“ Subduktion gegeben, die geographische Situation der einzelnen Ablagerungsräume blieb bis zum Savischen Bewegungszyklus unverändert. Die hingegen in den Alpen eingetretene Trogreduzierung und -verschmelzung im Obereozän läßt es geraten erscheinen, hier allorts nur mehr von Molasse-sedimentation zu sprechen, wenn auch zunächst in helvetischer, dann in Flysch- und schließlich in eigentlicher Molassefazies. Denn auf diese Weise können tief-wurzelnde und weittragende Irrtümer vermieden werden, wie sie sich allenthalben im Schrifttum finden; etwa: in der Schweiz gäbe es noch priabonen Flysch, während der Rhodanubische spätestens mit dem Mitteleozän abschließe (obwohl doch der erste bei fazieller Ähnlichkeit tektonogenetisch nicht das geringste mit dem zweiten zu tun hat) — oder: die Ablagerungen des Nordhelvetikums reichten bis ins Ober-oligozän — oder: Gosausedimente seien aus dem Unterinntal bis ins Chatt nach-gewiesen — oder: die Sedimentation der Buntmergelserie in Niederösterreich ende mit dem Obereozän bzw. Rupel.

Zum Nutzen einer klaren überregionalen Verständigung schien es dem Verfasser notwendig, das historisch bedingt vielfältige, lokal meist auch heute noch brauchbare Vokabular tektonogenetischer Begriffe zu durchforsten und es neuen einfachen, unbelasteten und weiträumig anwendbaren Termini gegenüberzustellen, wobei absichtlich jeder geographische oder richtungsmäßige Hinweis unterlassen worden ist. Es wird vom Verfasser vorgeschlagen, von den Anfängen der Molasse, welche vornehmlich im Bereich des Helvetikums stattfanden, als in Bezug auf das Orogen von Innerer Molasse (IM) zu reden. Sie wird im Westen unseres Molassestreifens durch eine im Verlaufe der Helvetischen Dislokationsphase, also tektonisch und nicht epirogenetisch verursachte Trogverlegung zweigeteilt: in eine Ältere Innere Molasse (ÄIM), das Priabon bis tiefere Lattorf umfassend, und in eine Jüngere Innere Molasse (JIM), vom höheren Lattorf bis ins tiefere Aquitan reichend. Der Savische Phasenzyklus beendete die Existenz der Inneren Molasse insgesamt und die „helvetische“ Subduktion im Westen, während im Westkarpatenabschnitt damit nun erst die „penninische“ Subduktion anhub. Geodynamische Vorgänge ließen jetzt die Molasse ihren Sedimentationsraum weiter und großzügiger in Richtung auf das Vorland ausdehnen. Dabei repräsentieren jene im Bereiche der ostösterreichisch-mährischen Subalpinen Molasse hochgeschürften und wurzellosen Molasseanteile sowie die unter den alpinen Randdecken in autochthoner Position teils auf Nordhelvetikum, teils auf Vorlandsedimenten bzw. Kristallin liegenden Molassepartien die Zentrale Molasse (ZM), wovon die ersteren als Innere Zentrale Molasse (IZM) und die letzteren als Äußere Zentrale Molasse (ÄZM) wieder im Hinblick auf das Orogen bezeichnet werden sollen. Schuppen von IZM werden natürlich auch unterhalb des Nordrandes der JIM erwartet und sind teilweise schon durch Bohrungen belegt (z. B. Savigny 1). Die heute vor den Alpen und Karpaten hingebreitete tertiäre Saumtiefe schlechthin stellt meist nur den kleineren Rest des vormaligen Molassebereiches s. l. dar und möge Äußere Molasse (ÄM) genannt werden. Auch sie ist unterteilbar, nämlich in die Alpenrand nahe, ziemlich schmale Gestörte Äußere Molasse (GÄM), deren Schichtglieder gefaltet oder bloß aufgerichtet sein können unter dem Einfluß viel jüngerer postsarmatischer Einengungsprozesse (vielleicht als Ausdruck neuerlich einsetzender Subduktion noch ungeklärter Position, möglicherweise bereits im südlichen Vorland), und in die großflächige Ungestörte Äußere Molasse (UÄM), die keinerlei unmittelbare tektonische Beanspruchung durch das Orogen erfahren hat. Mit allem Nachdruck soll

darauf verwiesen werden, daß eine Verbindung der GÄM mit der Subalpinen Molasse veralteter Anschauung (JIM im Westen, IZM im Osten) nicht mehr vertretbar ist.

Der Schreiber hat sich nun bemüht, für seine besonders auf tektonische Gesichtspunkte Rücksicht nehmende Molassegliederung Synonymielisten der in der Literatur verwendeten Begriffe zu erbringen, ohne allerdings Anspruch auf Vollständigkeit erheben zu wollen. Die in Klammer nachgestellten Kleinbuchstaben verweisen auf jene Gebiete, wo diese Ausdrücke allgemein oder ausschließlich gebraucht wurden und werden. Davon sollten all jene, die mehrdeutig erscheinen, in Hinkunft auch bei lokaler Verwendung lieber gemieden werden. Sie wurden mit „pars“ gekennzeichnet, und auf gleichlautende Bezeichnungen tektonisch anderer Position ist aufmerksam gemacht worden. Der Umfang einiger weniger nimmt nur einen Teil des neuen Begriffes ein, sie werden mit einem Sternchen (*) signalisiert. Es bedeuten: s = Schweiz, sd = Süddeutschland, ö = Österreich und m = Mähren.

Innere Molasse = IM

aufgefaltete Molasse (ö)
 Fenstermolasse (sd)
 Flyschmolasse (ö), pars — ÄIM
 gestörte Molasse (ö), pars — GÄM — IZM
 inneralpine Molasse (sd-ö)
 inneralpiner Schlier (ö)
 innerer Schlier (ö)
 Steinitzer Decke (ö)
 Steinitzer Deckenserie (m)
 Steinitzer Einheit (m)
 Steinitzer Flysch (ö-m)
 Steinitzer Flyschzone (ö-m)
 Steinitzer Serie (ö)
 Steinitzer Zone (ö)
 Subbeskidikum (ö)
 subbeskidischer Flysch (ö-m)
 subbeskidische parautochthone Zone (ö)
 subkarpatische Molasse (ö-m)
 Waschbergzone s. str. (ö)

Ältere Innere Molasse = ÄIM

autochthoner Flysch (s)
 Flyschmolasse (s), pars — IM
 Glarner Flysch (s)
 nordhelvetischer Flysch (s)

Jüngere Innere Molasse = JIM

äußere gefaltete Zone (s), pars — GÄM
 aufgeschobene Molasse (s)
 Faltenmolasse (s-sd), pars — GÄM
 gefaltete Molasse (sd-ö), pars — GÄM
 gefaltete subalpine Molasse (sd-ö)
 Hochgebirgsmolasse (sd)
 innere aufgeschobene Zone (s) *
 innere überschobene Zone (s) *
 Randschuppe (sd) *
 subalpine Molasse (s-sd), pars — GÄM — IZM
 Südrandzone der Molasse (sd)

Innere Zentrale Molasse = IZM

gestörte Molasse (ö), pars — GÄM — IM
 parautochthone Schichten (m)
 Pausramer Einheit (m)
 Pausramer Schuppe (ö)

Pausramer Teildecke (ö-m)
 Pausramer Zone (m)
 Randgruppe (m)
 Streifen von Pausram (m)
 subalpine Molasse (ö), pars — GÄM — JIM
 Vorfaltungszone (ö), pars — GÄM
 Waschberg-Vorzone (ö)

Äußere Zentrale Molasse = ÄZM

autochthone Molasse (s-sd-ö), pars — UÄM
 überfahrene ungefaltete Molasse (sd)

Gestörte Äußere Molasse = GÄM

äußere gefaltete Zone (s), pars — JIM
 äußere subalpine Molasse (s-sd)
 aufgerichtete mittelländische Molasse (s)
 aufgerichteter Südrand der Vorlandmolasse (sd)
 Faltenmolasse (s), pars — JIM
 gefaltete Molasse (s, ö), pars — JIM
 geneigte Molasse (s)
 gestörte Molasse (sd-ö), pars — IZM — IM
 Randschollen (sd)
 St. Pöltener Vorzone (ö)
 subalpine Molasse (s-sd), pars — IZM — JIM
 Vorfaltungszone (ö), pars — IZM

Ungestörte Äußere Molasse = UÄM

autochthone Molasse (sd-ö), pars — ÄZM
 flachlagernde Molasse (ö)
 karpatische Vortiefe (m)
 mittelländische Molasse (s)
 neogene Vortiefe (m)
 Tafelmolasse (sd)
 ungefaltete Molasse (sd-ö)
 ungefaltete Vorlandmolasse (sd)
 ungestörte Molasse (ö)

Für die heute als Ausstrich einer Dislokationsfläche hohen Ranges durch Bohrungen erwiesene nördliche Begrenzung der westlichen „subalpinen“ Molasse (Grenzbereich GÄM : JIM) gibt es im Schrifttum die folgenden Synonyme:

Alpenrandflexur (sd)
 Alpenrandstörung (sd-ö)
 Antiklinalzone (s)
 große Randstörung (sd)
 Hauptantiklinale (s)
 nördliche Randstörung (sd)
 nördliche Antiklinale (s-ö)
 Nordantiklinale (s-ö)
 Nordrandantiklinale (s-ö-sd)
 Pseudoantiklinale (sd)
 Randunterschiebung (s), pars — innerhalb von JIM
 Südrandstörung (sd)

3. Bedeutung des Sedimentationsendes: Diesem Umstand kommt mindestens ebensoviel Beachtung zu wie dem Beginn von Ablagerungen in Trogabschnitten. Helfen sie doch mit, den geodynamischen Ablauf zu rekonstruieren. „In den Schichtfolgen kann man Abbildungen und Auswirkungen tektonischer Prozesse erkennen... Um aber die Hauptbewegungen der tektonischen Einheiten zeitlich festlegen zu können, ist sowohl die Einstufung der jüngsten mitbewegten Schichten der Serien selbst, als auch der Aufbau bzw. die Datierung der tektonischen Unterlage wichtig“ (S. PREY, 1971: 48). Aber gerade die letzte Beobachtung scheint bezüglich der

Molasse viel zu häufig übersehen worden zu sein. Deshalb fühlt sich der Verfasser veranlaßt aufzuzeigen, daß die Deutung der erdgeschichtlichen Evolution der in vielerlei Hinsicht für die endende Geosynklinalentwicklung bedeutungsvollen Molasse auch anders, nämlich unter stärkerer Rücksichtnahme ihrer schon von Anbeginn an in das tektonische Geschehen einbezogenen Existenz möglich ist. Diese gedankliche Voraussetzung schwebt keineswegs im luftleeren Raum. Das Versiegen jeder weiteren Sedimentation in bestimmten Bereichen der Molasse geht nicht auf Hebung und Festlandwerdung zurück, sondern liegt in ihrer durch subduzierende Vorgänge verursachten Ausschaltung begründet.

Diese Sachlage wird durch interessante Ergebnisse abgestützt. In Vorarlberg tritt etwa im sogenannten Riesenkonglomerat, dessen Zugehörigkeit zu den oberen Deutenhausener Schichten durch geologische Kartierung sichergestellt ist, grober Flyschblockschutt auf, was „den bereits vollzogenen Fernschub des Nordpenninikums über das Helvetikum“ nahelegt (R. OBERHAUSER, 1964; W. RESCH, 1963). Ebenso konnte jüngst G. G. SAWATZKI (1975) die Herkunft des vorwiegend vulkanischen Materials im „Nordhelvetischen Flysch“ der Westalpen von einer auf dem Rücken hochpenninischer Decken nach Norden in die unmittelbare Nähe des Südostufers jenes schmalen Flyschtroges verfrachteten, längst verschwundenen „ultrapenninischen“ Einheit wahrscheinlich machen. Ein Großteil des Sedimentationsraumes des Südhelvetikums war nach Absatz der Globigerinen- bzw. Stadschiefer durch tektonische Überwältigung ausgeschaltet worden.

Im Verein mit den beiden anderen Prämissen ermöglicht der dritte wichtige Umstand ein wesentlich lebendigeres und den Tatsachen entsprechenderes Geschichtsbild der Molassezeit. Beachtet man diese drei Voraussetzungen wirklich ernsthaft, wird damit auch einsichtig, daß beispielsweise die von K. LEMCKE, 1973, erwogene Verbindung des „Flyschtroges“ des Nordhelvetikums über jenen der Deutenhausener Schichten bis hin zu dem des Inneralpinen Schliers von Rogatsboden gerade tektonogenetischer Überlegungen wegen unmöglich ist. Sie erhellen überdies, daß Nordhelvetischer Flysch und gleichzeitige Vorlandablagerungen in Ostbayern und Oberösterreich nicht den Süd- bzw. Nordrand eines Molassetroges unbekannter Ausdehnung dazwischen markieren können. Denn die eigentliche „Trogmitte der Molasse“ jener Zeit war ja ein Teil des ehemaligen Helvetikums unter Einbezug größerer Vorlandarcale im zentralen Bereich unseres Ausschnittes.

Revision der Tektogenese der Molasse an Hand ausgewählter Beispiele

Zu diesem Zweck werden dreizehn publizierte Profile vorgestellt, die nach Möglichkeit bereits Daten einer oder mehrerer Bohrungen beinhalten. Die Schnitte sind in einfache Blockdiagramme ohne Morphologie einbezogen worden, um unter anderem die räumliche Natur randlicher Schuppenkörper augenfälliger darstellen zu können, eine Tatsache übrigens, die nach dem Studium der ausgewiesenen Literatur keineswegs so selbstverständlich ist. Den Blockdiagrammen, einzeln oder in Gruppen, sind dann noch Tektonogramme beigelegt, die den Sedimentations- und Bewegungsablauf nach des Verfassers Vorstellungen leicht überschaubar illustrieren sollen. Die Zeichnungen sind mit Absicht nicht maßstabgetreu angefertigt worden. Sie dienen in erster Linie der Deutung der Vorgänge und nicht der Wiedergabe einer Ist-Situation.

Der Westalpenabschnitt bietet eine Fülle an Informationen über die Anfänge des Phänomens „Molasse“ und über dessen Beziehungen zur Orogenese. Daraus werden auch besonders klar die Unterschiede des Funktionswandels der Molasse

im Alpenraum etwa zwischen Obereozän und Eger (Aquitain) im Vergleich zur Molasse der Westkarpaten. Die im folgenden dargebotenen Exempel mögen davon Zeugnis geben.

Die Blockdiagramme 1 bis 2

Blockdiagramm 1: Situation Aiguilles Rouges—Val d'Illiez—Savigny 1 (Westschweiz); unter Verwendung eines Profils von L. W. COLLET, 1955, verändert und nicht nach Maßstab.

Blockdiagramm 2: Situation Altdorf—Lägern (Ostschweiz); unter Verwendung eines Profils von A. BUXTORF, 1957, verändert und nicht nach Maßstab.

Die Illyrische Dislokationsphase an der Wende Mittel-/Obereozän hat die seit der höheren Kreide anhaltende „penninische“ Subduktion abgeschlossen. Durch enorme Krustenverkürzungen im Gefolge dieser geodynamischen Vorgänge sind von nun an die Tröge des Penninikums und Ultrahelvetikums im gesamten Alpenraum von der Erdoberfläche verschwunden, es konnte in den Bereichen keine Sedimentation mehr stattfinden. Das Meer beschränkte sich nach der gravierenden Trogreduzierung für kurze Zeit auf das ungefähre Areal des Helvetikums. Geringe Algen- und Großforaminiferenkalke und darüber etwas mächtigere pelagische Globigerinenschiefer repräsentieren bereits „Molasse“ (jetzt als plattentektonischer Begriff verstanden, siehe Einführungskapitel) auf dem sich damals noch zwischen den späteren Massiven von Aar und Gotthard in ungefähr 30 bis 80 km Breite erstreckenden Südhelvetikum (vgl. R. TRÜMPY, 1969 und 1975). Wahrscheinlich gab es noch kleine Meeresbuchten gegen Süden in morphologisch geeigneten Muldengebieten des sich unmittelbar am Südrand des Südhelvetikums lagernden alpinen Deckenstapels, es sind aber im Westalpenabschnitt bis heute keine der Erosion entgangene Reste bekannt geworden. Dieselbe Fazies und Abfolge ist auch im Nordhelvetikum vertreten, dessen Nordrand jedoch auf Grund der Bohrung Savigny 1 (K. LEMCKE, 1963) beachtlich weit südlich der gegenwärtigen tektonischen Nordbegrenzung der jüngeren Inneren Molasse zu suchen ist (vgl. Tafel 3).

Mit diesen Schichten endet etwa zur Zeitenwende Eozän/Oligozän schon die Molasse (in helvetischer Fazies) im Südhelvetikum mit Ausnahme eines nördlichen Saumes in der Westschweiz, wo noch Grès de Taveyannaz zum Absatz kamen. Die weitere Sedimentation der Molasse (jetzt in Flyschfazies) vollzieht sich ausschließlich auf dem Boden des ehemaligen Nordhelvetikums. Die Untersuchungen von G. G. SAWATZKI (1975) haben die Anwesenheit hoch- und „ultrapenninischer“ Deckeneinheiten dicht am südöstlichen Ufer des vor der neuen Orogenfront zum schmalen Tiefseetrog geformten Bereiches aufgezeigt. Damit war das Südhelvetikum während der Pyrenäischen Dislokation überwältigt worden, deutliches Anzeichen der nach Meinung des Verfassers früh anhebenden „helvetischen“ Subduktionsära. Von der vielleicht schon im Priabon beginnenden und bis ins tiefere Sannois fortdauernden Ablagerung mächtiger Flyschsedimente mit auffallend hohem Anteil an vulkanischem Detritus gibt der sogenannte Nordhelvetische Flysch Nachricht. Eine maximale Schichtsäule, aus Taveyannaz-Sandstein, Altdorfer Sandstein (mit der ersten der eigentlichen Molassefazies entsprechenden Einschaltung, dem Gruontalkonglomerat) und Glarner Fischschiefeln bestehend, erreicht 1500 m Höhe.

Während nahezu allgemein ein allmählicher Übergang der Sedimentation des Nordhelvetischen Flysches in die exogeosynklinale Molasse akzeptiert wird, betont R. RUTSCH die grundlegende Differenz der Ablagerungsmilieus von Glarner Fisch-

schiefern (tiefes Meer bei normalem Salzgehalt) und Unterer Meeresmolasse (ufernahe Flachsee bei herabgesetztem Salzgehalt infolge des großen Einflusses des Festlandes) und erklärt sie in der Weise, „... daß zwischen den jüngsten Flyschablagerungen (Obereocaen — Unteroligocaen) und der einsetzenden Molasse-sedimentation (Rupélie) tektonische Bewegungen anzunehmen sind“ (1962 : 21). Dafür lassen sich zusätzliche Argumente anführen, die für den Autor von entscheidender Wichtigkeit für eine richtige Beurteilung der Bedeutung der Helvetischen Phase sind. So greift beispielsweise die im Fenster des Val d'Illeiz unter helvetischen Decken und parautochthonem Nordhelvetischem Flysch auftauchende Molasse mit Sedimenten des Rupels nach W. J. SCHRÖDER & C. DUCLOZ, 1955, direkt auf Urgonkalke des Helvetikums über, darauf lokal erosiv stark beschnittene Relikte der Molassefazies 1 und 2 (Molasse in helvetischer und Flyschfazies) erhalten sein können. Auch der dislozierte Anteil der JIM (= die „Subalpine“ Molasse von ehemals) fängt mit Marnes de Vaulruz bzw. Grisiger Mergeln des Rupels an. Weiter östlich (im Entlebuch, bei Luzern und im St. Gallen-Appenzeller Gebiet) sind dann darunter noch Mergel und Sandsteine flyschoider Art bekannt, die eventuell den Deutenhausener Schichten des Allgäus entsprechen könnten (M. RICHTER, 1948), welche stratigraphisch ungefähr den Grenzbereich höheres Sannois/tieferes Rupel umfassen dürften. In der damit zum Ausdruck gelangenden Schichtlücke innerhalb des Sannois bis höchstens zu Anfang des Rupels verbirgt sich eine fast unfaßbar kurze, tektonisch aber überaus wirksame Zeitspanne. Im Rupel werden die ersten Nagelfluhschüttungen beobachtet. Die von R. RUTSCH angedeuteten paläogeographischen Veränderungen müssen daher tiefgreifender Natur gewesen sein. Die nachhaltige Festlandbeeinflussung der UMM verträgt keinen dazwischen bestehenden Flyschtrogl. Einfache Verlandung des Areals scheidet aus, weil sich keine Abtragungsprodukte in gleichaltrigen Molassesedimenten finden.

Damals war sehr wahrscheinlich die Verschluckung des Krustenstückes zwischen Aar- und Gotthardmassiv vollendet worden, die völlige Abscherung seiner Sedimenthülle und damit die Bildung der helvetischen Decken unter enormer (bis 6 km dicker, R. TRÜMPY, 1969) Auflast erfolgt, was zu plastischer Deformation und Dynamometamorphose führte, und war gleichzeitig der über dem gesamten Bereich des gegenwärtigen Aarmassivs entwickelte Trog des Nordhelvetischen Flysches durch Subduktion räumlich eliminiert worden. Das war das Ende der ÄIM auf nordhelvetischer Basis und der Anfang der JIM mit gleicher Unterlage, wobei allerdings südlichste Ausläufer vielleicht noch ÄIM erreicht haben könnten. Mit einiger Begründung ist also die zeitliche Übereinstimmung von Helvetischer Phase und Entstehung der helvetischen Decken möglich (Helvetische Phase doch mit helvetischen Decken!).

Der durch die Helvetische Phase wohl etwas nach außen gedrängte, aber immer noch großteils auf Nordhelvetikum ruhende Ablagerungsraum der JIM ist durch anfangs flyschoider Sedimentation gekennzeichnet, im Westen ab Rupel, im Osten schon ab dem höheren Sannois. Diese geht dann — in der Ostschweiz rascher, im westlichen Landesteil langsamer — während des Rupels in die „echte“ Molassefazies über. Mit dem Rupel tritt in der Ostschweiz die Molasse auch erstmals ins Vorland hinaus, was sich im Chatt auf den ganzen Abschnitt ausweitete. Für die Rekonstruktion des tektonischen Geschehens beachtenswert erscheint dem Schreiber die Tatsache, daß die Schichtfolge sowohl im Molassefenster vom Val d'Illeiz als auch in der „Subalpinen“ Molasse mit chattischen Sedimenten schließt. Erst jenseits der Linth ist auch das Aquitan miteinbezogen.

Für den Verfasser findet darin die im gesamten hier dargestellten Bereich nachweisbare Altsavische Phase ihren Ausdruck. Dabei sind es nicht immer Verschluckungen bestimmter Krustenpartien, die zu den Begleitphänomenen der Subduktion Anlaß geben, sondern mit Recht auch das derartigen Prozessen scheinbar nachfolgende allgemeine ruckweise „Einfließen“ der Vorlandplatte gegen Süden als allmählich ausklingender Bewegungsakt. Der darüberfahrende Deckenstapel riß südliche Anteile der JIM los und schob sie vor sich her, während er gleichzeitig unter sich Nordhelvetischen Flysch (= ÄIM) über liegendebliebene JIM in parautochthone Position an den heutigen Nordrand des Aarmassivs verschleppte. Damit sicherlich im Zusammenhang steht die kurzfristige marine Ingression aus dem Rhonetal in die Äußere Molasse der Westschweiz (Süßwasserkalk-Gipsmergelerde zwischen Yverdon und Lausanne, vgl. M. RICHTER, 1948, und K. LEMCKE, 1970).

Die JIM der West- und Zentralschweiz ist im wesentlichen ein altsavisches Bauelement. Doch hat die Bohrung Savigny 1 sehr schön die Wirksamkeit der Jungsavischen Dislokation auch da vor Augen gebracht, indem sie eine Schuppe von Aquitan der Zentralen Molasse unter dem Chatt der JIM durchteufte, ehe sie autochthone Molasseschichten traf. Die ZM wird orogennah wahrscheinlich noch Nordhelvetikum zur Basis haben, außen lagert sie erwiesenermaßen auf Mesozoikum des außeralpinen Vorlandes. Gegen die savische Anlage der schweizerischen JIM spricht nicht die vielfach zur „Subalpinen“ Molasse gerechnete OMM des Gibeleggs, da es sich hierbei um ein steilgestelltes Schuppenpaket zwischen Innerer Zone der subalpinen Molasse (= JIM) und Vorlandmolasse (= ÄM) (siehe M. RICHTER, 1948) handelt. Die Gibeleggschuppe gehört demnach zur GÄM, die tektogenetisch nicht mit der JIM verbunden werden kann. Nur die Versteilungen der Schichten der ÄM sowie des ehemals flacheren tektonischen Kontaktes zur JIM bewirkten die jungen postsarmatischen Anpressungsvorgänge, die fast ausnahmslos irrtümlich für die Ursache der Bildung der Subalpinen Molasse überlieferter Vorstellung gelten. Der Autor jedoch erblickt darin den Ansatz zu neuerlicher Subduktion unbekannter Lage irgendwo im Norden der autochthonen helvetischen Massive. Eine erschöpfendere Beweisführung für die vom Verfasser erhobene Behauptung der savischen Bauzeit der JIM wird gemeinsam mit den drei nächsten Blockdiagrammen erbracht.

Die Blockdiagramme 3 bis 5

Blockdiagramm 3: Situation von Dornbirn 1 (Vorarlberg); unter Verwendung eines Profils von A. HEIM, E. BAUMBERGER & H. G. STEHLIN, 1928, verändert und nicht nach Maßstab.

Blockdiagramm 4: Situation Murnau (Bayern); unter Verwendung eines Profils von M. MÜLLER, 1970, und eines Blockdiagrammes von M. BEHRENS et al., 1970, nach D. RICHTER, 1974, verändert und nicht nach Maßstab.

Blockdiagramm 5: Situation Chiemsee (Bayern); unter Verwendung von Profilen von G. W. HOFMANN, 1962, P. SCHMIDT-THOME & O. GANSS, 1955, und E. VEIT, 1963, verändert und nicht nach Maßstab.

Das Churer Lineament versetzt das Deckengebäude der Ostalpen im Vergleich zu jenem der Westalpen um einen ansehnlichen Betrag in die Tiefe. Es ist deshalb im Osten vollständiger und geschlossener erhalten geblieben, verwehrt aber dadurch so tiefreichende Einblicke in den Internbau, wie sie die Erosion im Westen im Gefolge junger Hebungen der autochthonen Helvetmassive geschaffen hat. Doch wird seit E. KRAUS im Süden der Kalkalpen eine Verschluckungszone vermutet.

Der Gedanke ist in neuester Zeit von S. PREY wieder aufgegriffen worden, und der Verfasser möchte dem Konzept folgen. Damit könnte die schweizerische externe Narbenzone, welche zwischen Martigny und Chur in den obersten Talstücken von Rhone und Rhein verläuft, unter den West-Ost-gerichteten Flußstrecken von Inn, Salzach und Enns und von dort unter der Mur-Mürz-Furche bis an den Rand des Wiener Beckens weiter gezogen werden.

Wie auf Tafel 3 ersichtlich, nimmt der Autor eine vergleichbare Situation des Helvetikums zu Beginn des Priabons auch im westlichen Ostalpenabschnitt an. Das Südhelvetikum erstreckte sich vermutlich in annähernd gleichbleibender Breite nach Osten, im Süden von den bereits landfest gewordenen alpinen Decken gesäumt. Der Rhenodanubische Flysch, als abgescherte Jungschichten des Nordpenninikums betrachtet und unter der Auflast des Ostalpins gleich einem Teig vor und unter dem Nudelwalker einhergewälzt, hat nach Ansicht des Verfassers niemals räumlich größere Flächen eingenommen, sodaß das Helvetikum im Priabon fast unmittelbar an die Kalkalpen grenzte. Nur an wenigen Stellen drang das Meer in morphologisch geeigneten Muldenzonen (ehemaligen Gosaubecken) nach Süden vor. Auf der Lechtaldecke des Hochbajuvarikums setzten sich bei Oberaudorf anfangs marine, dann allmählich aussüßende Sedimente ab. Zu einer scheinbaren Gosaufortsetzung kam es nach tektonischen Störungen und Ablagerungsunterbrechungen im Becken von Reichenhall auf dem Nordrand der tirolischen Stauffendecke. Der bisher mehr oder minder knapp südlich der heutigen tektonischen Nordgrenze der JIM streichende Nordsaum des Nordhelvetikums dürfte westlich des Starnberger Sees diese Linie queren und wahrscheinlich bis zum Chiemsee ungefähr gleichlaufend unter südlichen Anteilen der ÄM nach Osten ziehen. Zu der Schlußfolgerung berechtigten die Profile der im nördlichen Randbereich der JIM abgeteufte Bohrungen Staffelsee 1 und Miesbach 1, die beide unter der ZM Mesozoikum in helvetischer Fazies erreicht hatten, dessen Oberfläche im ersten Tiefenaufschluß erosiv bis ins Turon reduziert ist. Mit dem offensichtlich gegen Südosten unter die Alpendecken eintauchenden, aber wirksam bleibenden Landshut-Neuöttinger Hoch scheint direkt oder ein wenig vorher der Nordhelvetische Trog etwa auf der Höhe der Salzach primär zu enden (vgl. Bohrung Perwang 1).

Faziesentwicklung, Sedimentations- und Bewegungsablauf des Obereozäns glaubt der Schreiber von der Art und Weise wie im Westen vermuten zu dürfen. In diesem Abschnitt stößt indessen das Meer ab der Iller ostwärts immer weiter aus dem eigentlichen helvetischen Trog in Richtung Norden gegen das Vorland hinaus. Die helvetischen Seichtwasserkalke sind auch dort vertreten, gehen aber im Norden des Verbreitungsareals aus marinen Sandsteinen hervor, während sie sich im Nordosten erst über limnische und brackische Schichtglieder entfalten. Die Pyrenäische Überwältigung des Südhelvetikums kann indirekt aus Bewegungen der nahe im Süden lagernden Kalkalpen abgelesen werden, wo das Bajuvarikum durch das vorporellende Tirolikum abgedeckt worden war. Der anschließende Fazieswechsel im Nordhelvetikum ließe sich in der flyschartigen Ausbildung der Fischechiefer des Vorlandes aufspüren. Gravierend ist hingegen der Mächtigkeitsunterschied der Sedimente auf dem ehemaligen Helvetikum (angesichts der Verhältnisse in der Schweiz mit weit über 1000 m zu veranschlagen) und auf dem Vorland, wo die Ablagerungshöhe oft nicht einmal ein Zehntel davon ausmacht.

Die Wirksamkeit der Helvetischen Phase innerhalb des Lattorfs kann auch in diesem Abschnitt mittelbar durch die Situation der JIM abgelesen werden. Ihr Sedimentationsbeginn mit Deutenhausener Schichten (höheres Sannois bis tieferes Rupel) läßt einen kurzen, aber doch merkbaren zeitlichen Hiatus zur ÄIM erkennen. Die räumliche

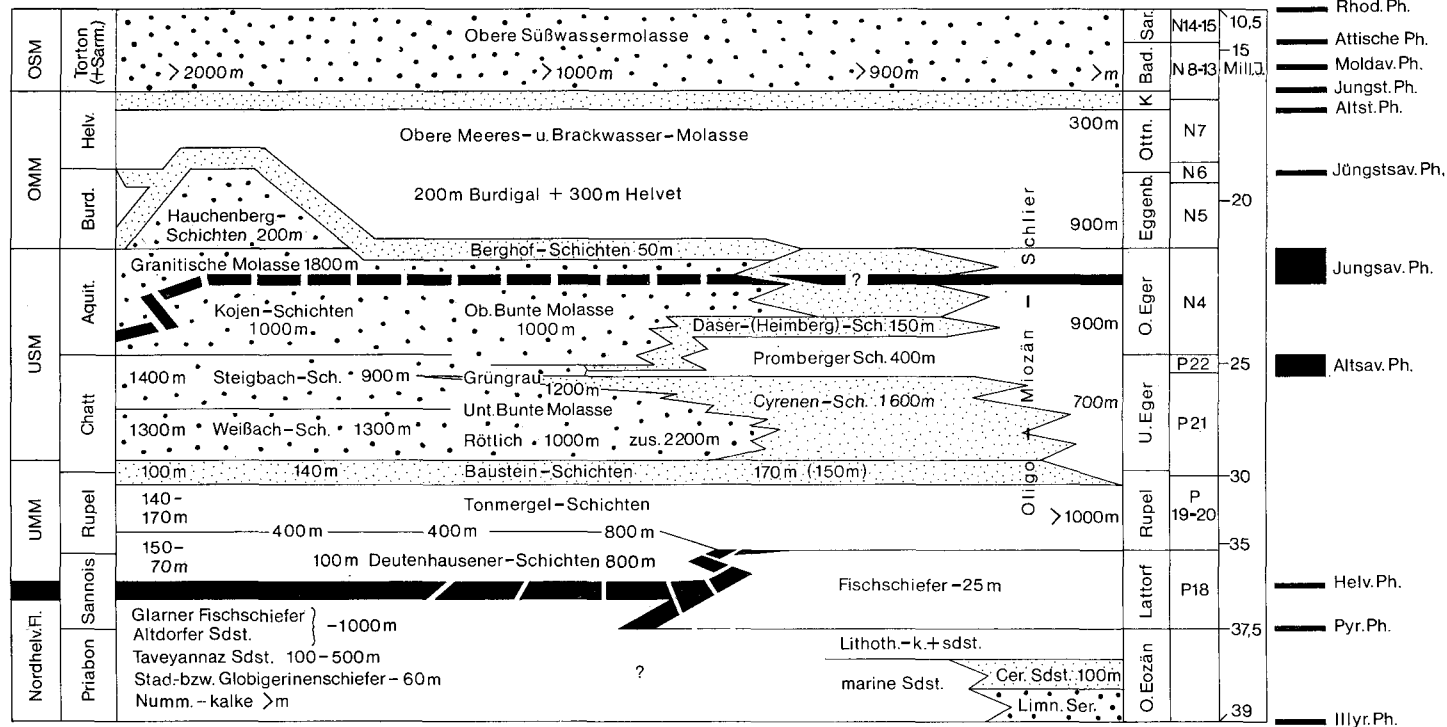


Tabelle 1: Nach H. K. ZÖBELEIN, 1962, verändert und ergänzt. Ursprünglich für die „Subalpine“ Molasse erstellt, kann sie — von den Mächtigkeitsangaben natürlich abgesehen, die weiterhin im Bereich höheres Sannois bis tieferes Aquitan nur für die „Faltenmolasse“ bzw. vom höheren Aquitan bis Sarmat für die „Gestörte“ Molasse Gültigkeit haben — in der hier abgeänderten tektonischen und geodynamischen Gliederung für JIM, ZM und südliche Teile der AM Verwendung finden. Sie soll dem Leser in mehrfacher Hinsicht den geistigen Übergang vom Westen nach dem Osten erleichtern.

Trennung von ÄIM (= Nordhelvetischer Flysch) und JIM (= Faltenmolasse) ist durch tektonische Ausschaltung der ersteren und nicht einfach durch epigenetische Trogachsenverlegung der letzteren bedingt. Geländebefunde in Vorarlberg machen es nämlich wahrscheinlich, daß die ältesten Schichten der JIM in aufsteigendem Normalprofil mit klastischen Basalbildungen helvetisch-penninischen Deckenstirnen angelagert sind, wobei nachträglich der ursprünglich sedimentäre Kontakt tektonisch überprägt worden ist (R. OBERHAUSER, 1965). Das schon einmal erwähnte Vorkommen groben Flyschblockschuttes im Riesenkonglomerat der oberen Deutenhausener Schichten bekräftigt diese Ansicht zusätzlich (W. RESCH, 1963; R. OBERHAUSER, 1964). Bereits früher meinte man in den Sattelzonen des Helvetikums im Gröden und am Tegernsee den herausgefalteten mesozoischen Untergrund des ehemals südlichsten Molassebereiches zu erkennen und an der heute bestehenden tektonischen Berührungsfläche zwischen Helvetikum und Molassesüdrand glaubte man — zu Recht — eine der Ursachen der Zusammenfaltung der von ihrer Basis abgesicherten „Subalpinen“ Molasse erblicken zu dürfen (T. VOLLMAYR, 1954; O. GANSS & P. SCHMIDT-THOME, 1955). Die in der Bohrung Tegernsee 2 in tieferen Teilen des Profils durchteuften helvetischen Eozänschuppen stellen mit ihren Nummulitenkalken und Stockletten möglicherweise Molassefazies 1 (Molasse in helvetischer Fazies) dar, was in Bezug zu den einst transgressiv darauf gelegenen Tonmergelschichten des Rupels (hier im Osten fehlen die Deutenhausener Schichten schon) die weiter oben angeführte Schichtlücke in Zeit und Raum noch klarer zu zeichnen vermag. Für einen primären Sedimentationskontakt von Helvetikum und JIM spricht weiters, daß im Anschluß an die gegen Osten aushebenden Muldenstränge der „Faltenmolasse“ stets Helvetikum auftaucht (vgl. auch T. VOLLMAYR, 1954). So gesehen, ist auch das Ausstreichen der Bernauer Mulde mit seiner Helvetikumbasis und das Fortsetzen der Frasdorfer „Mulde“ eher verständlich. Die Schönecker Fischechiefer schließlich repräsentieren zusammen mit den randlich noch erscheinenden Rupel- und Chattschichten in ihre einstige Unterlage sekundär verschuppte Bestandteile der jetzt östlich des Chiemsees ausklingenden JIM.

Nach der Helvetischen Dislokationsphase, die überdies durch die neuerliche nach Süden fortschreitende Ingression des Meeres in die jetzt ausschließlich tirolische Depression des Unterinntales nach Ausschaltung des Flyschtroges auf dem Boden des Nordhelvetikums nochmals wahrscheinlich gemacht werden kann, beginnt im Gefolge einer vom höheren Sannois bis höchstens tiefem Rupel dauernden flyschoiden Gesteinsfazies die Sedimentation von Ablagerungen echter Molassefazies im terrestrisch beeinflussten wie marinen Bereich. Die See dehnte sich währenddessen vom Resttrog des Nordhelvetikums ständig weiter gegen das Vorland aus und hatte bis zum Ende des Chatts den größeren Teil der heutigen Molassezone schon überflutet. Im Verlaufe einer vom höheren Sannois bis ins höhere Aquitan tektonisch anhaltend ruhigen Periode bildete sich auf dem flach schildförmig gewölbten Festland im Süden die sogenannte Augensteinaltlandschaft heraus, deren charakteristische Gerölle bereits in den höheren Deutenhausener Schichten beobachtet werden. Sie schließt damit eine früher für diese Zeit angenommene weite Molassehülle der alpinen Decken aus (W. ZEIL, 1953; A. TOLLMANN, 1964). Das während der vorangegangenen Subduktionsphasen in größere Teufen eingedriftete spezifisch leichtere Krustenmaterial verursachte gleichzeitig Hebung des Raumes im Gefolge ausgleichender Vertikalbewegungen. Verstärkt einsetzende Erosion und Denudation (siehe Nagelfluhen!) erreichten schon im Chatt das seit dem Priabon endgültig tief versenkt gewesene und seither unter hohem Druck (Auflast) und relativ niedrigen Temperaturen metamorph mobilisierte Penninikum der Tauern. Denn in chattischen Sedimenten der Inntal-

schüttung hatte H. FÜCHTBAUER, 1959 (korrigiert 1967), unvermittelt Barroisit, ein typisches Mineral der Tauernkristallisation erstmals festgestellt (F. KARL, 1960). Solcherart ist auch die Dauer der alpidischen Hauptmetamorphosezeit mit Obereozän bis Rupel (in Übereinstimmung mit G. V. DAL-PIAZ et al., 1975, zirka 38 bis 32 Millionen Jahre) recht gut datierbar. Alle jüngeren Alter kommen aus tektonogenetischen Erwägungen nicht in Frage.

Das Sedimentationsende im Unterinntal mit den Angerberger Schichten (tieferes Chatt) mit der folgenden Nordwanderung der Kaisergebirgsdecke und der damit verbundenen Einklemmung der Becken von Kössen und Reit im Winkel, ebenso dasjenige im südlichsten Bereich der JIM, der Murnauer bzw. Steineberg Mulde, im höheren Chatt (Steigbach Schichten) und der Vorstoß des Meeres im höheren Chatt gegen Westen (mit den brackischen Oberen Cyrenen Schichten bis zur Iller, mit den marinen Promberger Schichten bis fast an den Lech) sowie besonders ostwärts hervortretende beckenweite Diskordanzen zum Aquitan hin mögen vergleichsweise geringe Auswirkungen der im Westen viel bedeutenderen Altsavischen Phase sein.

Wichtigster Akt der Jungsavischen Phase ist nach Meinung des Schreibers die Dislozierung der JIM (die Bildung der „Subalpinen“ Molasse der Schweiz und Süddeutschlands). Dabei mag wohl das schon bei den Blockdiagrammen 1 und 2 geschilderte Eindriften der Europäischen Platte insgesamt gegen Süden der auslösende Grund gewesen sein. Die Aufwölbung der Zentralzone gemeinsam mit dem Abgleiten der ostalpinen Decken davon und deren Randüberschiebung auf die Vorsenken sind Ausdruck eines zusammenhängenden Bewegungsbildes (E. CLAR, 1965), das aber in der Sicht des Verfassers bloß oberflächengebundenes Phänomen weiterer Subduktion ist. Diese ist die eigentliche Ursache für scheinbare Schwerkraftgleitungen und anhaltende Einengung, damit man die großen Transportweiten der nordgerichteten Randüberschiebungen auf das Vorland, aber auch die verwirrenden Südüberschiebungen im Rücken der Kalkalpen letztlich erklären kann.

Die Aufschlußverhältnisse in der Schweiz hatten die von den alpinen Decken tektonisch überschobene Position der JIM früh erkennen lassen, was u. a. J. CADISCH (1928: 113) so formulierte: „Längs des schweizerischen Alpenrandes ist eine mehrere Kilometer dicke oligozäne Molasseschichtfolge über gleichaltrige oder jüngere Gesteinskomplexe hinweggefahren. Es handelt sich um den Südrand des Molassebeckens, welcher vom brandenden Alpenkörper über das Schüssellinnere vorgeschoben wurde.“ Man war sich auch klar darüber, daß das Vordringen der Alpen in innigem Zusammenhang mit Dislokationen in der Molasse stehe und daß weder die Alpen noch das Molassegebirge aus einem Guß am Miozänende entstanden wären. Denn auch ältere Baustadien wären abtrennbar, wobei namentlich eine Dislokationsphase am Schluß der Oligozänzeit den Molassetrog in weitgehendem Maße umgestellt hätte (vgl. H. RENZ, 1937: 192—193). Trotz dieser vielversprechenden Ansätze prägten einflußreiche Lehrmeinungen, wonach die geodynamischen Vorkommnisse in den Alpen und in der Molasse weitgehend unabhängig voneinander abgelaufen wären und die allochthone Lage des südlichen Teiles der „Subalpinen“ Molasse zu jener autochthonen der Mittelländischen Molasse über eine schon im Aquitan vorgebildete Schwellenzone begründete Haupt- oder Randantiklinalstruktur fließend hinüberleite, gemeinsam mit den eindrucksvollen postsarmatischen Einengungserscheinungen bestimmend jede weitere Forschung. Bis heute wird deshalb die Richtigkeit des Zusammenschubes der JIM an der Wende Mio-/Pliozän auch angesichts der neuesten Bohrergebnisse nicht in Zweifel gezogen.

Der ehemals existierende, später tektonisch maskierte sedimentäre Verband zwischen Helvetikum und zumindest südlichsten Partien der JIM, heute als ziemlich gewiß erwiesen, ließ in Süddeutschland an relative Autochthonie der „Faltenmolasse“ glauben. Auch sie wäre erst in postsarmatischer Zeit zusammengeschoben und gefaltet worden auf Grund des Einbezuges in Versteilungen und Überkippungen noch jüngster Schichtglieder. Den augenfälligen tektonischen Nordrand der JIM erklärte man bis vor kurzer Zeit als Schubfläche, die zwischen gefalteter und ungefalteter Molasse „vermittelt“ (C. LEBLING, 1966: 283). Mittlerweile haben aber die Bohrungen Staffelsee 1 (M. MÜLLER, 1970) und Miesbach 1 (im Detail unveröffentlicht) die von M. RICHTER schon in der Zwischenkriegszeit vertretene, bis dahin fast ausnahmslos abgelehnte Überschiebung der „Subalpinen“ Molasse auf Vorlandmolasse überzeugend bestätigt. Unverändert hingegen blieb das postsarmatische Bildungsalter. Zaghafte Einwände von E. VEIT (1963), A. TOLLMANN (1966) und H. FÜCHTBAUER (1967) gehen zu wenig tief und lassen sich deshalb sofort von entgegneten Schwierigkeiten abschrecken.

Diese Probleme konzentrieren sich auf vier Stellen des zwischen der Linth in der Ostschweiz und der bayerischen Traun abgesteckten Ausschnittes der JIM. Von dort werden nämlich im Schrifttum Sedimente gemeldet, die jünger sein sollen als Aquitan.

1. Der Sommersberg zwischen Altstätten und Gais westlich des Rheins: Er wird von einer Nagelfluh eigener Prägung aufgebaut, die deutlich von denen des Urrheins abweicht. Ihre lokale Herkunft (vielleicht von einer Urill, die ihr Material von einer heute verschwundenen Randkette bezog) machen große Gerölle mit maximalen Durchmessern bis 80 cm aus Nummulitenkalken und Flyschsandsteinen deutlich, gegen das Hangende tritt reichlich Kristallin hinzu. H. RENZ hatte 1937 die Bildung ohne paläontologische Beweise ins Burdigal eingestuft, seine Argumentation dafür (: Die Sommersbergnagelfluh wäre unzweifelhaft jünger als diejenige des Gäbris = Aquitan. — Die trennende Mergelzone zwischen Sommersberg und Gäbris wäre vergleichbar mit jener oberoquitischen Mergelzone von St. Gallen—Heiden—Rheineck. — Lithologische Ähnlichkeit der Sommersbergnagelfluh mit den Burdigalkonglomeraten am Pfänder.) findet nicht einmal in der Geologischen Karte der Schweiz mehr Niederschlag (Trotzdem ließe unter Umständen die derbe Blockführung an terrestrisches Burdigal im unmittelbaren Vorfeld des alpinen Deckenstapels denken; siehe Punkt 2).

2. Der Hauchenberg südwestlich Kempten: Hier soll konkordant über aquitanischen Nagelfluhen terrestrisches Burdigal liegen. Von den insgesamt zehn Nagelfluhbänken des Hauchenberges (F. MÜLLER, 1952) hatte sich über der dritten Psephiteinschaltung jene nach W. WENZ schöne Burdigal-Landschneckenfauna gefunden, im neunten Geröllhorizont konnten dann marine Mollusken (Ostreen u. a.) der OMM geborgen werden. Der Verfasser möchte hier eingestehen, daß diese Stelle auch weiterhin fraglich für sein Konzept verbleibt. Vielleicht könnten aber in Zukunft doch unvoreingenommene Geländeuntersuchungen mögliche Diskordanzen aufdecken.

3. Der Auerberg westlich des Lechs: Die ehrlichen Profile von T. VOLLMAYR, 1955, zeigen klar das flach transgressive Übergreifen der OMM über weite Geländeteile hinweg auf. Der südlich darauffolgende, tektonisch postsarmatisch eingeklemmte Rest von OSM mit seinem Riesenkonglomerat verweist auf den unmittelbaren Nahbereich des schuttliefernden Gebietes. Der Verfasser sieht darin die eher lokal beschränkt gewesene Auflagerung von OMM und OSM auf die nördlichen Muldenzonen der JIM nach deren Faltenstau und Überschiebung zur Zeitenwende Oligo-/Miozän. Eine ähnliche Situation allerdings über IZM liegt ja weiter östlich vor (Perwang 1 etc.).

4. Das Gebiet südöstlich des Chiemsees: Die am konventionellen Alpennordrand hochkommenden Schichten des Rupels bis hin zum Helvet werden allgemein als eine nach Osten stetig schwächer werdende Anpressung einer durchgehenden Schichtfolge interpretiert. Im Sinne einer „gebundenen Tektonik“ (H. HAGN, 1967: 266) sind in der Schau des Schreibers viel zu sehr tektonische Komplikationen obertags unterspielt worden (vgl. das geologische Kärtchen von G. W. HOFMANN, 1962: 567) zu Gunsten einer fragwürdigen Detailstratigraphie und mehrdeutige seismische Elemente geophysikalischer Daten zu einseitig ausgelegt worden (E. VEIT, 1963). Die Resultate der Bohrungen Staffelsee 1 und Miesbach 1 scheinen derartigen Ansichten zu widersprechen. Eine weitere Möglichkeit der Deutung wäre die vom Autor schon einmal weiter oben skizzierte, nämlich in den Molassesedimenten des Rupels und Chatts einschließlich der südlicher gelegenen Schönecker Fischechiefer des Sannois in ihre helvetische Unterlage eingeschuppte Fetzen der gegen Osten nun bereits primär aushebenden JIM zu erblicken.

Das waren also die vier problematischen Lokalitäten, die gegen den savischen Bau der JIM sprechen könnten, davon aber die dritte — der Auerberg — als ziemlich abgeklärt gestrichen werden darf. Es ist in Hinkunft zu erwarten, daß unter dem Zwang neuester Bohrergebnisse bald eine frische und unbelastete Betrachtungsweise bei der Kartierungsarbeit Einzug halten und Lösungen bringen wird.

Die Beweisführung für einen savischen Bauakt der JIM ist von komplexer Art. Auffallend ist zunächst das schon einmal apostrophierte augenfällige Sedimentationsende im Ablagerungsraum der JIM mit dem höheren Aquitan, sieht man von den eben aufgezählten Stellen mit zweifelhafter ungestört konkordanter Auflagerung jüngerer Sedimente ab. Die allgemein verbreitete Überzeugung, die Schichtfolge der JIM habe einst bis in die OSM gereicht, sei aber später (nach der postsarmatischen Faltung!) erodiert worden, ist aus rein geometrischen Überlegungen unmöglich. Es ist einfach für die jüngeren Schichtanteile ab OMM bei konkordanter Lagerung kein Platz im Mulden- und Sattelstil der „Faltenmolasse“ vorhanden. — Die von K. ALBRECHT & H. FURTAK (1965) beobachtete Unabhängigkeit der Deformation von Fossilien und Geröllen quer zur Alpenlängsrichtung von deren Lage in der chattischen Faltenmolasse läßt auf das frühe Einsetzen des Faltungsdruckes bei noch lockeren und porösen Gesteinen schließen und nicht erst im höchsten Obermiozän (H. FÜCHTBAUER, 1967). Die vergleichbaren Schalen- und Geröllverstückelungen ab der OMM in der GÄM sind dagegen dem jungen postsarmatischen Einengungsprozeß zuzuschreiben. — Die Trogachsen vom höheren Sannois bis Aquitan liegen alle südlich des Alpennordrandes und weisen nur geringe Abstände voneinander auf. Diejenige des Burdigals aber befindet sich sprunghaft weit draußen im Vorland. Dem schrittweise epirogenetischen Nordwärtswandern steht hiemit sichtlich ein tektonisches Ereignis mit größeren und weitreichenderen paläogeographischen Umwälzungen gegenüber. — Die chattischen und aquitanischen Schotterfächer der JIM setzen zwar mit geringerem Alter jeweils etwas nördlicher von den vorangegangenen Nagelfluhschüttungen an, gehen jedoch bald in Sandsteine und Mergel über, noch ehe sie den äußeren Muldenbezirk erreicht haben. Die Grobeinschaltungen vom Burdigal an (mit Ausnahme der wenigen oben angeführten fraglichen Beispiele) entfalten sich erst im Norden der JIM mit gewaltigen, wohl erhaltenen Schwemmkegelformen. Damit ist ebenfalls ein weiterer Hinweis auf Raumverkürzung gegeben. — In engem Zusammenhang stehen drastische Veränderungen im Liefergebiet. Mit dem oberen Aquitan, vor allem aber mit dem Burdigal beherrscht der Flysch die Geröllspektren, erstmals werden auch Abtragungsprodukte aus Helvetikum und älterer Molasse registriert. Das steigende Vorkommen von Kristallin deutet nicht auf die Überwindung irgendeiner trennenden

Grundgebirgsschwelle hin, sondern liegt in dem nicht geringen Gehalt an derartigen Gesteinsblöcken in den Flyschsedimenten begründet. Außerdem fallen die Flyschkomponenten durch ihr häufig großes Blockformat und ihre geringe Abrollung auf bei gleichzeitig allgemeiner Geröllvergrößerung gegenüber den älteren Nagelfluhen. H. SCHIEMENZ versuchte das 1960 mit dem Vorbau der Flußmündungen und dem längeren Transportweg bei nur unbedeutender Kornzerkleinerung zu erklären. Nun gehört gerade der Flußtransport (von hochenergetischen Küsten abgesehen) zu den wirksamsten Faktoren der Herabsetzung der Korngrößen in der Sedimentfracht. Es hat offenbar eine gravierende Nordverschiebung des der Erosion ausgesetzten Hinterlandes stattgefunden, eine Tatsache, die man schon lange erkannt hatte. Stellvertretend für Forscher vor und nach ihm soll hier B. KORDIUK (1938: 32) zitiert werden: „Im Burdigal verlagerte sich die schuttliefernde Küste nach Norden.“ Mögliche Schlußfolgerungen in Richtung auf eine Korrektur des tektogenetischen Bildes der JIM sind indessen bis heute ausgeblieben. — Nachdem jetzt wenigstens drei Bohrungen (Savigny 1, Staffelsee 1 und Miesbach 1) die klare und weiträumige Überschiebung der JIM auf autochthone Molasse erwiesen haben, erlauben die publizierten Profile der beiden ersten Tiefenaufschlüsse schon gewisse Rückschlüsse auf das Bewegungsalter. Jüngstes überfahrenes Schichtglied sind höhere Anteile des Aquitans. — Hand in Hand mit dem je nach Materialzusammensetzung zuvor durch stauenden Druck der Subduktion gestauchten oder gefalteten, schließlich losgerissenen und schlittenartig über ZM gegliederten Schichtenpaket der JIM ging westlich der Aare in dem konvergierenden Bereich der Molasse die Faltung der Mittelländischen Molasse vor sich. Die gegenüber dem Burdigal steileren Antiklinalschenkel des Aquitans lassen eine präburdigalische Faltungsphase (H. M. SCHUPPLI, 1958) von den postsarmatischen Phänomenen der Einengung unterscheiden. — Gleichzeitig wurde die seit dem höheren Sannois bestehende, während der Altsavischen Phase wahrscheinlich nur geringfügig gestörte Augensteinaltlandschaft völlig vernichtet (A. TOLLMANN, 1964), sodaß ihre Existenz bloß mittelbar über ihre auf sekundäre und tertiäre Lagerstätten verschleppten Ablagerungen vorstellbar wird. — Im Vorland findet die West-Ost-streichende Zerrungstektonik, Ausdruck der zunehmenden Spannungen in der vor nach Süden eindringenden Vorgängen stehenden Europäischen Platte, spätestens mit dem Aquitan ihr Ende. Der gewaltige Subduktionsakt an der Wende Oligo-/Miozän hatte die Erdkruste wieder für eine Weile beruhigt. — Dem tektonischen Großereignis zuordenbar sind auch die beckenweit feststellbaren Diskordanzen zum Burdigal als Folge weitflächiger Regression des Meeres.

Der Verfasser glaubt, daß alle eben vorgestellten Fakten für eine begründete Annahme der jungsavischen Bildungszeit der „Subalpinen“ Molasse der Schweiz und Süddeutschlands herangezogen werden dürfen. In den Blockdiagrammen 3 bis 5 ist überdies ein vermutetes, während des Vorschubes der JIM losgerissenes Schichtpaket südlicher ZM (= IZM) als davon überwältigter Schuppenkörper in der Form von Perwang 1 eingezeichnet worden. Die früher für den gesamten Bewegungsakt verantwortlich gemachten tektonischen Erscheinungen postsarmatischer Zeit verursachten lediglich die Verteilung des ehemals flacheren tektonischen Kontaktes JIM : GÄM, was einerseits lokal sogar zu überschiebungsähnlichen Überkip্পungen ausarten konnte (beispielsweise in den Bohrungen Tölz 1 — Aquitan auf OMM — und Königsdorf 1 — Aquitan auf OSM, vgl. E. VEIT, 1963), andererseits in der Ostschweiz und Vorarlberg in jenen bekannten „Randantiklinalbildungen“ (Pseudoantiklinalen, M. RICHTER, 1969) bzw. Randunterschiebungen (H. HABICHT, 1945; vgl. Blockdiagramm 3) Ausdruck fand. Die Beobachtung, daß die größte Schichtmächtigkeit der OSM nicht in der Muldenachse, sondern im Süden alpennah vorliegt (= Ein-

engung, K. LEMCKE, 1973), verstärkt zusätzlich den Eindruck vom Wirken junger postsarmatisch erneut auflebender subduzierender Kräfte mit dem oberflächengebundenen Erscheinungsbild alpinen Deckenschubes.

Die Blockdiagramme 6 bis 10

Blockdiagramm 6: Situation Perwang (Salzburg/Oberösterreich); unter Verwendung eines Profils von R. JANOSCHEK, 1961, verändert und nicht nach Maßstab.

Blockdiagramm 7: Situation Kirchham 1—Bergern 1 (Oberösterreich); unter Verwendung eines Profils von R. JANOSCHEK aus R. JANOSCHEK & K. GÖTZINGER, 1969, verändert und nicht nach Maßstab.

Blockdiagramm 8: Situation Bad Hall 1 (Oberösterreich); unter Verwendung eines Profils von E. BRAUMÜLLER, 1959, verändert und nicht nach Maßstab.

Blockdiagramm 9: Situation Urmannsau 1—Neumühl 1 (Niederösterreich); unter Verwendung eines Profils von A. KRÖLL & G. WESSELY, 1967, verändert und nicht nach Maßstab.

Blockdiagramm 10: Situation Perschenegg 1—Murstetten 1 (Niederösterreich); unter Verwendung von Profilen von F. BRIX & K. GÖTZINGER, 1964, J. KAPOUNEK, A. KRÖLL et al., 1965, und eigenen Aufnahmen (1972), verändert und nicht nach Maßstab.

Ursprünglich erlangte das Obereozän im westlichen Teil dieses Molasseausschnittes im Alpenorogen seine bedeutendste Breite. Das Südhelvetikum setzte — vom Westen betrachtet — noch etwa bis zur Enns fort, ab dort jedoch und vorher schon im Süden verschmälerte und vertiefte sich der Ablagerungsraum zusehends (= Buntmergelserie). Häufige sonst für Flyschsedimente typische Sandschalerassoziationen in den Schlammproben zeigen an, daß die Meerestiefe die Kalkkompensationsgrenze überschritten hatte. Der nordhelvetische Bereich hatte vermutlich bereits auf der Höhe der heutigen Salzach am Landshut-Neuöttinger Hoch geendet. Trotzdem drang das Meer darüber weit ins Vorland über epikontinentales Mesozoikum hinaus. Sein erosiv beschnitten überkommener Nordsaum deckt sich ungefähr mit dem des ebenfalls durch Abtragung reduzierten außeralpinen mesozoischen Sedimentmantels, an wenigen Stellen greift das Obereozän direkt auf das böhmische Grundgebirge hinweg. Östlich der Enns scheint die tief nach Südosten vorstoßende Südspitze der Böhmisches Masse primär schon unmittelbares Festland im Mesozoikum und auch im Obereozän gewesen zu sein. Die See des Obereozäns war da im wesentlichen auf den schmalen Trog der Buntmergelserie beschränkt, wenngleich es nicht unmöglich ist anzunehmen, sie hätte noch ein wenig nordwärts über den auch dort befindlichen Jura in Grestener Fazies gereicht. Im Süden waren Südhelvetikum und daraus gegen Süden und Osten hervorgehende Buntmergelserie von landfestem Ostalpin begrenzt, das aber ostwärts zusehends wieder unter den Meeresspiegel geriet (vgl. den Text zu den Blockdiagrammen 11 bis 13).

Die seit H. VETTERS (1929) bekannten inneralpinen Vorkommen von Molasse, besonders aber die detaillierten Aufnahmen von S. PREY im Fenster von Rogatsboden (1957) vermitteln Nachrichten über das Geschehen der älteren Molassezeit im Orogen. Denn in konsequenter Befolgung seiner im Einführungskapitel erläuterten Prämissen 1 und 2 betrachtet der Verfasser das Obereozän bereits zur Molasse und nicht mehr zur Buntmergelserie gehörig. Diese scheinbar nomenklatorische Haarspalterei ist indessen von höchster tektogenetischer Relevanz. Damit wird nämlich klar, daß auch hier im Osten das Helvetikum und seine Äquivalente Ausgangsort der Molasse-

entwicklung waren. Der Oberalb bis Eozän umfassende Schichtstoß des Troges der Buntmergelserie lagert vermutlich nicht oder nur teilweise direkt dem Kristallin auf, wahrscheinlich liegt dazwischen noch Mesozoikum von der Grestener Ausbildung. Die durch die Bohrungen Staffelsee 1 und Miesbach 1 in Bayern erhellten Verhältnisse von helvetischer und epikontinentaler Faziesverteilung im Untergrund vor Augen kann wohl mit Sicherheit das Fehlen eines unbekannt breiten Molassetrog zwischen dem sich ostwärts rasch verschmälernden Vorlandobereozän und jenem auf der Buntmergelserie angenommen werden. Das von S. PREY (1958) ins Treffen geführte Argument, das Helvetikum wäre zu Beginn der Molasseevolution im Obereozän noch frei (nicht vom Flysch überschoben) vorgelegen, was gegen eine engere Verknüpfung der Molasse mit Helvetikum spräche, ist somit gegenstandslos geworden. Damit ergibt sich überdies die Zwecklosigkeit der Suche nach einer südlichen Litoralfazies „im Molassetrog“ oder im Helvetikum. Diese lag einst den im Süden angrenzenden alpinen Deckenstirnen angelagert.

Die fossilreichen Mergelschichten des Obereozäns von Rogatsboden, die in Fauna und Aussehen an gleichaltrige Globigerinenschichten in den Karpaten erinnern (S. PREY, 1957), beinhalten kleine, jedoch sehr bezeichnende klastische Einschaltungen von Lithothamnienkalkbrekzien mit Nummuliten. Das bezeugt nicht nur die Wirksamkeit der hierorts schwächer ausklingenden Illyrischen Phase, sondern ebenso die Existenz der Molassefazies 1 (Seichtwasserkalke und pelagische Globigerinenschiefer). — Die darüber folgenden Grobsandsteine und Feinkonglomerate im südlichen Verbreitungsareal (NW Reinsberg) mit Umlagerungsprodukten aus Helvetikum und Buntmergelserie mögen beweisend für die raumverändernden Aktivitäten der Pyrenäischen Phase gelten, denn es kommen jetzt praktisch fossilere Tonmergel-Sandsteinschichtkomplexe in flyschartiger Ausbildung zur Ablagerung (könnten in etwa dem Nordhelvetischen Flysch entsprechen). — Die Sedimentsäule ergänzen fossilreiche Mergel (mit häufigem Lithothamniendetritus und vielen umgelagerten Faunenelementen, vielleicht letzter Ausdruck der im Westen gewaltigen Helvetischen Phase; Nummuliten aber fehlen, die Ostrakoden verweisen nach K. KOLLMANN auf Lattorf), fossilärmere Tonmergel-Sandsteinsequenzen (mit Fischresten, die seltenen Foraminiferenfaunen deuten auf Rupel, Lattorf nicht ausschließbar, fazielle Ähnlichkeit mit den bayerischen Tonmergelschichten des Rupels) und im Norden als jüngstes Glied „Molasse mit aufgearbeiteten Fossilien“ (des Alttertiärs und der Oberkreide, mit Erosionsmaterial aus Helvetikum und Buntmergelserie; die geringe autochthone Mikrofauna ist wenig aussagekräftig, der Autor könnte sich aus tektonogenetischen Gründen auch eine Einstufung in das tiefe Eger dafür vorstellen).

Die gesamte Schichtfolge vom Obereozän bis ins fragliche tiefere Eger ist Bestandteil des sich auf dem Boden des Helvetikums und vergleichbarer Zonen im Osten entfaltenden älteren Molassezyklus (im Sinne des Verfassers). Damit ist im Gegensatz zu der leicht mißverstandenen Formulierung, sie repräsentiere „die jüngste vortektonische Bedeckung der Buntmergelserie“ (F. BRIX & K. GÖTZINGER, 1964: 64), zweifelsfrei ihre tektonische Position abgesteckt. 1967 drückten sich A. KRÖLL & G. WESSLEY schon weitgehend im Sinne der hier dargelegten Erörterung aus. Die von S. PREY bevorzugte tektonische Beziehung Buntmergelserie : Molasse ist aus der damaligen Sicht (1957) zu verstehen. Sie geschah im „Abwehrkampf“ gegen die in Süddeutschland weit verbreitete Ansicht einer ehemals mächtigen Molassehülle über den alpinen Decken, welche gerade auch in der Situation des „Inneralpinen Schliers“ als von oben erfolgte Einfaltung davon Bestätigung ihrer Richtigkeit ableitete. Heute jedoch unter dem Eindruck letzter Bohrergebnisse in Bayern ist der sedimentäre Kontakt von ZM auf Helvetikum Tatsache und derjenige von JIM auf

Helvetikum sehr naheliegend (vgl. den Text zu den Blockdiagrammen 3 bis 5). Auch die außeralpine Vorlandoberkreide der Bohrung Bad Hall 1 stört das jetzt erzielte paläogeographische Bild nicht mehr. Die von A. KRÖLL & G. WESSELY (1967) gemeldete molasseähnlichere Fazies der im Tiefenaufschluß Urmannsau 1 durchteuften IM beim Vergleich mit den Sedimenten von Rogatsboden erklärt sich aus der ursprünglich nördlicheren Position der ersteren. Die inneralpinen Molassevorkommen Niederösterreichs stellen demnach nur einfache, mit ihrer einstigen Unterlage aus Buntmergelserie später verschuppte, unter Flysch auftauchende tektonische Fenster vor.

Die ältere Molasse hat im westlichen Bereich des eben zur Betrachtung stehenden Ausschnittes (Salzburg—Oberösterreich) weit gegen Norden vordringende altersgleiche Sedimente relativ geringer Mächtigkeit. Östlich der Enns geben die Bohrungen Behamberg 1, Kürnberg 1 und Urmannsau 1 Auskunft über das schnelle Abdrängen zeitäquivalenter Ablagerungen nach Süden. Die Festlandsschwelle der Südspitze der Böhmisches Masse wurde erst im Untereger im Gefolge der mit der Altsavischen Phase sich ereignenden Subduktion des „Urmolassetroges“ vom Meer überwältigt. Dieser Prozeß hatte sich durch die stete Vertiefung des Sedimentationsraumes der rupelischen Tonmergelschichten der ZM auf der Unterlage des südlichen Vorlandes außerhalb der IM angekündigt. Begleiterscheinungen der Phase im Vorland sind beckenweit feststellbare Diskordanzen zum Obereger.

Als eindrucksvolles tektonisches Ereignis ist die Jungsavische Dislokationsphase dokumentiert. Ihr verdankt der berühmte „Schuppenkörper“ von Perwang seine Entstehung. Seine regionale, den lokalen Rahmen sprengende Existenz im Norden des konventionellen Alpennordrandes ist längst erwiesen. Er findet ostwärts in der „Subalpinen“ Molasse Ostösterreichs seine unbestrittene Fortsetzung, läßt sich aber gegen Westen nach Meinung des Verfassers mit verschleppten und überwältigten Schichtpaketen unter der JIM verbinden (vgl. die Blockdiagramme 5, 4 und 3) und kann nicht mit der JIM (der „Faltenmolasse“) Bayerns parallelisiert werden. Die Bildung eines derart großartigen und gewaltigen, dem Alpenrand gleichlaufenden tektonischen Elementes als selbständige Molasseschuppung fernab der alpidischen Dislozierungen oder auch nur als olisthostromartig eingeglierten Körper in maßvoller Entfernung davon deuten zu wollen, erscheint dem Schreiber rein mechanisch unmöglich bzw. unnötig. Für diesen Bewegungsakt kommt nur der innigste, aus paläogeographischen Erwägungen nahegelegte Bezug zum alpinen Deckenschub in Frage. Das weit nach Norden gerichtete Vorpellen von IZM mag durch das Untergrundrelief bedingt sein (R. JANOSCHEK, 1961). Das gegen Südosten abtauchende Landshut-Neuöttinger Hoch und zwei weitere begrabene Kristallinhöhenrücken vermutlich gleicher Streichrichtung weiter im Osten stören beträchtlich die Abfolge der tektonischen Stockwerke in jenem Alpensektor. Das findet beispielsweise in den vielen kleinen Fenstern von Helvetikum innerhalb der Flyschzone und vielleicht auch in der Unterdrückung tieferer kalkalpiner Einheiten durch das nordwärts vorpreschende Tirolikum seinen Ausdruck. Auch hier wird die Phase im Vorland durch weiträumige Regression des Meeres mit nachfolgender Erosion begleitet.

Auf niederösterreichischem Boden ist dann schon die Jüngstsavische Phase (Eggenburg/Ottmang) durch ansehnliche Überschiebungsbeträge nachweisbar. Dagegen äußert sie sich in Salzburg und im westlichen Oberösterreich noch gar nicht (Perwang 1) und wird erst im östlichen Teil Oberösterreichs durch zunehmend stärker werdende Auf- und Anpressungen von IZM am Alpenrand aufspürbar. Die peripheren Verteilungen miozäner Schichten der GÄM im Bereiche des Blockdiagrammes 6 zusammen

mit dort lokal sogar Überschiebungsähnliche Formen annehmenden Erscheinungen (z. B. Flachbohrung Frahm N6, F. ABERER, 1958) gehören noch zu jenen hier bereits abklingenden sekundären Anpressungsphänomenen im Gefolge postsarmatischer Subduktionsansätze auf schweizerischem und süddeutschem Gebiet. Sie dürfen nicht als Beweis für eine junge Datierung der Ausgestaltung des Alpennordrandes gegen Osten herangezogen werden (A. TOLLMANN, 1966). Auf Blockdiagramm 9 ist das phasenhaft ruckweise Vorrücken der alpinen Decken schön zum Ausdruck gebracht. Ein im Süden zurückgebliebener Schuppenkörper, aus Sedimenten des Egers bestehend, ist mit jenem von Perwang gleichzustellen. Die Jüngstavische Dislokation drängte aber den Alpennordrand noch weiter nordwärts, wobei Ablagerungen des Eggenburgs verschleppt wurden. Auf Blockdiagramm 10 werden bereits Anpressungserscheinungen der Altsteirischen Phase offenbar.

Die Schuppen der IZM Ostösterreichs (und Mährens) sind dabei als wurzellos und weiträumig disloziert zu erachten. Sie sind somit wie die JIM des Westens integrierender Bestandteil des alpinen Deckengebäudes. Solcherart liegt der tatsächliche tektonische Nordsaum der Alpen nicht an der Grenze Helvetikum zu Molasse, sondern nördlicher, in der Nordbegrenzung von JIM bzw. IZM zu GÄM. Die geologische Situation längerer Abschnitte der IZM etwa im bayerisch-österreichischen oder österreichisch-mährischen Grenzraum (einst aber auch der JIM im Bereiche Hauchenberg—Auerberg) läßt diese wichtige Linie unter jungen Schichten verborgen sein. „Die tektonische Nordgrenze der Alpen würde demnach nicht an der durch Oberflächenkartierung nachgewiesenen Stelle liegen, sondern einige Kilometer weiter im Norden innerhalb der Vorland-Molasse“ (F. TRUSHEIM, 1962: 592).

Berücksichtigt man die zur Verfügung stehende Zeit, so muß man zur Kenntnis nehmen, daß sich die tektonischen Vorgänge im allgemeinen und für den Gesamtraum in nahezu unfaßbar kurzer Zeit abspielten, getrennt von langen Perioden der Ruhe (siehe R. OBERHAUSER, 1968). In diesem Zusammenhang fällt es schwer, an der Phasenhaftigkeit des Geschehens zu zweifeln. Dafür sind aber so falsche, eingebürgerte Begriffe wie Faltungs- oder Gebirgsbildungsphasen streng zu vermeiden. Dem steten „Jüngerwerden“ der Alpenrandüberschiebung gegen Osten, von H. KÜPPER, 1960, ohne das Etappenhafte am Prozeß ausdrücklich zu leugnen, artikuliert und von S. PREY (1960), E. BRAUMÜLLER (1961), F. ABERER (1962) und E. CLAR (1965) bestätigt, stimmte A. TOLLMANN 1964 zunächst bei, sagte sich jedoch 1966 zu Gunsten einer allorts gleichzeitigen, postburdigalischen oder eher noch jüngeren Ausformung des Alpennordrandes los. Die dabei gegen H. KÜPPER entfachte Polemik hätte sich eigentlich gegen W. ZEIL (1962) richten müssen, der den phasenhaften Ablauf rundweg ablehnte. Seitdem aber die Molasseengstelle zwischen Amstetten und St. Pölten keine „Burdigalinsel inmitten einer Helvetumgebung“ (K. LEMCKE, 1973) mehr ist, die Verbreitung des Robulus-Schliers bis an die Wiener Pforte erwiesen und die stratigraphische Einordnung der Oncophora-Schichten zwischen Enns und Donau jetzt abgeklärt ist (W. FUCHS, 1972 und 1976), ist die schrittweise Verjüngung der letzten tangentialen Bewegungen am „neuen“ Alpennordrand genau zu erfassen.

Die Blockdiagramme 11 bis 13

Blockdiagramm 11: Situation Wollmannsberg 1—Korneuburg 1 (Niederösterreich); unter Verwendung eines Profils von J. KAPOUNEK, A. KRÖLL et al., 1965, verändert und nicht nach Maßstab.

Blockdiagramm 12: Situation Außeralpines Wiener Becken—Waschbergzone—Inneralpines Wiener Becken (Niederösterreich); unter Verwendung eines Profils von J. KAPOUNEK, A. KRÖLL et al., 1965, verändert und nicht nach Maßstab.

Blockdiagramm 13: Situation Pausram—Auspitz (Mähren); unter Verwendung eines Profils von I. CÍCHA, F. CHMELÍK et al., 1964, verändert und nicht nach Maßstab.

Die Ausgangsposition zu Beginn des Obereozäns in diesem Raum, dessen Westgrenze ungefähr mit der nach Süden verlängerten Traisen zusammenfallen könnte, ist fast schlagartig eine andere. Hier hatte keine „penninische“ Krustenverkürzung während der höheren Kreide und des tieferen Alttertiärs stattgefunden, die Ablagerungsräume lagen in ihrer vollen Breite und vom Meer bedeckt vor. Die See, im Alpenabschnitt hauptsächlich auf den schmalen Streifen des Helvetikums beschränkt, erstreckte sich da vom Vorland (Waschberg-Steinitzer Trog) bis in die Zentralkarpaten (Podhale-Flysch). Vom Osten kommend, drang sie hingegen im Rücken der alpinen Orogenfront auf das tektonisch tief entblößte Unterostalpin vor, was das obereozäne Relikt von Wimpasing/Leitha und der obereozäne Komponentengehalt in Umlagerungsprodukten von Kirchberg/Wechsel und in den Auwaldschottern des mittleren Burgenlandes nahelegen. Die Sedimentation dauerte in fast allen Ablagerungsbereichen mit Menilit- und Krosnoschichten relativ gleichförmig bis ins Oligozän an. Lediglich im Waschberg-Steinitzer Trog des Vorlandes verlandete der dem Helvetikum benachbarte Streifen, die heutige Waschberg-Steinitzer Zone. Dagegen vertiefte sich der östliche Teil des Vorlandes besonders an schmalen subsidenten NW-SO-gerichteten Querdepressionen im Lattorf. Etwas südöstlicher, aber immer noch im Westen des ehemaligen Areals der Waschberg-Steinitzer Zone gelegen, weil nur in den Schuppen-elementen der Pausramer Einheit bislang angetroffen, wurden Schichten des Rupels und Untereggers abgelagert. Sowohl vom Lattorf als auch vom Rupel werden enge faunistische Beziehungen zu den Häringer Schichten des Unterinntales bzw. zu den Kleinzeller Mergeln Ungarns und den bayerischen Tonmergelschichten betont. Diese Hinweise lassen auch in etwa die damaligen der Südspitze des Böhmisches Massivs weit nach Süden ausweichenden paläogeographischen Verbindungen erahnen. Zu Ende des Oligozäns tritt Aussüßung des Milieus und Sedimentationsunterbrechung ein, wohl Ausdruck der im Osten der Westkarpaten nun mit der Altsavischen Phase anhebenden Subduktionen. Damals führte die gegen Südosten eindriftende Europäische Platte zur Abscherung und Bildung der Flyschdecken, die gleichzeitig durch die Raumverengung den sehr schmalen Trog der Zdauneker Einheit, aber auch den breiteren des weiter im Nordosten anschließenden äquivalenten Subsilesikums überwältigten und seinen Schichtumfang zumindest partiell dislozierten. Damit war der Flysch an den Rand der Steinitzer Einheit angelangt. Mit basalem Transgressionshorizont aus Sandsteinen und Flyschkonglomeraten nahm das Meer von diesem Bereich neuerlich Besitz. In flyschoider, von Ost nach West feinkörniger werdender Fazies beginnt und endet bald darauf mit dem Obereger der Absatz der Molasse. Im westlich befindlichen Pausramer Streifen beobachtet man wieder die Ablagerung hochmariner Sedimente, der Boudeker Schichten, früher auch als Graue Pausramer Mergel in der Literatur beschrieben. Die Mikrofauna ähnelt sehr derjenigen der südlich der Thaya-furche noch zum Gesteinspaket des Vorlanduntergrundes gerechneten Michelstettener Schichten. Die darüber folgenden, stark ausgesüßten und fossilarmen bis -leeren Ablagerungen der Krepitzer Schichten, ehemals in das höhere Untermiozän gestellt (I. CÍCHA, F. CHMELÍK et al., 1965), werden jetzt dem Obereger angereicht (F. STEININGER, A. PAPP et al., 1975). In Niederösterreich reichen Molasseanteile des höheren Egers vom Westen her bis etwas östlich von Hollabrunn (Bohrung Porran 2) gegen Norden und dürften von dort gegen Süden abgedrängt werden. Die österreichische

Molasse hatte demnach zu jener Zeit noch keine direkte Verbindung zur eben entstandenen mährischen.

Mit der Jungsavischen Dislokationsphase fanden die an der Wende Oligo-/Miozän begonnenen Subduktionsprozesse in den Westkarpaten Fortsetzung und Ausweitung. Die Steinitzer Zone wurde davon erfaßt, in flacher Überschiebungsbahn geriet sie weitgehend unter die Flyschdecken. Die Sedimentation im Pausramer Abschnitt wurde gleichfalls unterbrochen, da er seinerseits unter dem Druck subduzierender Kräfte unter die losgelösten Schichtfolgen der Steinitzer Einheit zu liegen kam. Das konsolidierte Hinterland der Zentralkarpaten zerfiel in verschieden tief absinkende Blöcke, an deren tektonischen Bewegungsflächen magmatische Massen des subsequenten rhyolithisch-andesitischen Vulkanismus aufstiegen. Der Einfluß dieses Bewegungsaktes ist aber auch in Österreich faßbar. Ihm sind wohl die im Untergrund des Inneralpinen Wiener Beckens durch Bohrungen und am Alpenostrand durch Kartierungen bekannt gewordenen Versteilungen und Südüberkipnungen der alpinen Einheiten zuzuschreiben (vgl. G. WESSELY, 1975). Der Baustil der Westkarpaten kündigt sich jedoch schon in der breiten Entfaltung des Flysches und dem augenfälligen Zurückweichen des Kalkalpennordrandes in den Alpen östlich der Traisen an. Dazu könnte auch die weiträumig flache Überschiebung unterostalpinen Grobgneissserie über Wechselserie im Osten zählen, wie sie in dem nordexponierten Vorkommen letzterer im Goldberg bei Schützen im Burgenland (W. FUCHS, 1965) deutlich wird. Beobachtungen in den Hainburger Bergen und Kleinen Karpaten lassen nämlich neuestens nicht unberechtigte Zweifel an der autochthonen Position zumindest dieses „Kerngebirges“ aufkeimen. Demgegenüber sieht der Verfasser keine zwingende Notwendigkeit, auf Grund der tektonischen Fenster von Michelstettener Schichten innerhalb des Flysches bei Weinsteig nördlich von Korneuburg den Schuppenbau der Waschbergzone bereits savisch als abgeschlossen zu betrachten (H. HEKEL, 1968). Es wird noch später darauf eingegangen werden.

Nach vorübergehend weitflächigem Rückzug des Meeres und teilweise tiefgründiger Erosion mit erheblicher Reliefgestaltung transgredierte es zu Beginn des Eggenburgs diesmal direkt von der alpinen Molasse her in den Raum. Es gewann zusätzliches Areal am bis dahin Festland verbliebenen Massivrand. Das Ursprungsgebiet der heutigen Steinitzer Zone wurde kaum mehr erreicht, dafür aber der vorher trocken gewesene Abschnitt im Süden, die jetzige Waschbergzone. Über eine im Zusammenhang mit der vorangegangenen Bewegungsphase gebildete flexurartige Depression des Alpenkörpers im österreichisch-mährischen Grenzbereich verband ein Meeresarm das Molassebecken über das gegenwärtige Inneralpine Wiener Becken (das damals noch nicht existierte), das Hügelland von Myjava, die Kleinen Karpaten und das mittlere Waagtal hinweg mit dem ungarischen Becken (D. ANDRUSOV, 1938).

In der mächtigen Folge der Schieferigen Tonmergel der Waschbergzone, die allgemein auf der Basis einiger weniger sprechender Fossilfundstellen dem Eggenburg zugeschrieben werden, läßt sich bezüglich tektonischer Gesichtspunkte eine gewisse Gliederung durchführen (J. KAPOUNEK, A. KRÖLL et al., 1965). Ein älterer Teil war voll und ganz in den Schuppenbau dieses tektonischen Elementes einbezogen worden, ein jüngerer liegt darüber transgressiv in Muldenzonen und wurde erst von späteren Dislokationen beeinflusst. Der Verfasser möchte diese älteren Schieferigen Tonmergel im Eggenburg belassen. Sie wurden gemeinsam mit den anderen Sedimenten der Waschbergzone während der Jüngstsavischen Phase vom Flysch überschoben und unter dem Druck fortdauernder Raumverengung selbst von ihrer Unterlage abgeschert, verschuppt und verschleppt. Im Zuge dieser Ereignisse könnte es zu jenen

von H. HEKEL beobachteten Aufpressungen von Michelstettener Schichten im Flysch gekommen sein. — Die jüngere Abteilung mag bereits dem Ottnang entsprechen, was bei tektonogenetischer wie auch stratigraphischer Betrachtung durchaus im Bereich der Möglichkeit läge. Die Sedimente des Eggenburgs und Ottnangs werden in Niederösterreich gegen Osten immer fossilärmer und faunistisch untypischer, lediglich mit geologischen Kriterien ist ihre Weiterverfolgung erfolgversprechend. So ist jetzt Robulus-Schlier s. l. bis zur Wiener Pforte nachgewiesen (W. FUCHS, 1972 und 1976) und ist sicherlich mit Recht ebenso in den undifferenzierten Tonmergelsequenzen zwischen Oncophora-Schichten und Eggenburg in den Bohrungen der ÄM anzunehmen. Er konnte übrigens in den Bohrungen Nuslau 1 und 2 südlich von Brünn auch fossilbelegt werden (vgl. T. BUDAY et al., 1965).

In die Steinitzer Einheit erfolgte von Osten aus dem Raum des künftigen Inneralpinen Wiener Beckens her kurzfristig transgressives Übergreifen von tieferer Luschitzer Serie (Cyclamina-Bathysiphon-Schlier) über den Schuppenbau.

Mit dem Ausklingen des Ottnangs tritt in der gesamten Paratethys Verbrackung und allmähliche Trockenlegung ein. Für unseren Ausschnitt sind zwei ursächlich zu trennende Provinzen zu unterscheiden. Das ist zum einen diejenige der schweizerisch-schwäbisch-bayerischen Kirchberger Schichten, die nach vorheriger Verlandung eher „... einer kurzfristigen Rücktransgression des OMM-Meeres aus der Ostschweiz bis zur Salzach via Graupensandrinne ...“ ihre Entstehung verdanken dürften (K. LEMCKE, 1973: 16). Zum anderen sind das die Vorkommen von Oncophora-Schichten auf ostniederbayerisch-oberösterreichischem und niederösterreichisch-mährischem Gebiet. Ihnen gemeinsam ist das allmähliche Hervorgehen aus dem marinen Milieu des Robulus-Schliers über faziesvermittelnde Schichtzwischenglieder, daraus sie sich dann zu eigenständiger Entwicklung lösten. Meldungen über das Auftreten euhaliner Faunenelemente (Foraminiferen, gewisse Bivalven und Fische) lassen jedoch kurze Kontakte zum Meer notwendig erscheinen, ohne daß deshalb der endemische Charakter der Faunenevolution insgesamt in den sonst isolierten Becken nachhaltig beeinträchtigt worden wäre. Verbindungen konnten nach Ansicht des Autors nur in Richtung Osten möglich gewesen sein. Im Süden lag bereits das flache Festland des alpinen Deckengebäudes, und gegen Westen trennte vielleicht das reaktivierte Hoch von Landshut-Neuötting als Schwellengebiet den Raum der Kirchberger Schichten ab (vgl. K. LEMCKE, 1973).

Im Gegensatz zu den alpenrandnahen Verlandungserscheinungen kennt man in Niederösterreich nördlich der Donau einen schmalen, dem Saum des Böhmisches Massivs folgenden Streifen ununterbrochener mariner Sedimentation vom Eggenburg bis ins Karpat (R. GRILL, 1947; 1976). Das sonst in der ÄM transgressiv auftretende Karpat wird beispielsweise im Profil von Platt bei zunächst gleichbleibender Fazies nur in der plötzlichen hochmarinen Fauneningression bemerkbar. Ähnliches beschrieben T. BUDAY et al., 1965, aus dem Bereich um Nuslau in Mähren. Es muß also auf eine auch während des höheren Ottnangs fortbestehende Kommunikationsmöglichkeit mit dem ungarischen Becken geschlossen werden, die zwar stark behindert war, aber trotzdem wirksam blieb. Dadurch vermitteln die Vorkommen von Oncophora-Schichten in Niederösterreich den Eindruck, als wäre die durch sie dokumentierte Verlandung des Gebietes eine Folge des alpinen Deckenschubes. Dafür spräche auch ihr transgressives Verhalten im Raum von St. Pölten (W. FUCHS, 1972). Die Rekonstruktion der Paläogeographie des Ottnangs in Niederösterreich nördlich der Donau und im angrenzenden Mähren kann sicherlich noch nicht als abgeklärt gelten.

Im Zuge der Altsteirischen Phase zu Ende des Otnangs wurde die Waschbergzone neuerlich und kräftig eingeeignet und gegen das westliche Vorland geschoben, wobei es zur Bildung des jüngst unter den Eisenschüssigen Sanden und Tonen der Waschberg-Vorzone entdeckten Schuppenkörpers kam (R. GRILL, 1974) = IZM, vgl. die Blockdiagramme 11 und 12. Diese Bewegungen sind auch südlich der Donau festzustellen, wo etwa zwischen Tulbing und Königstetten Robulus-Schlier s. l. mit mäßigem Einfallen unter die Flyschdecken streicht (W. FUCHS, 1976). Erste Anzeichen waren ja noch weiter westwärts im Einflußbereich der Aufschiebungen von St. Pölten und Anzing-Waltendorf bereits zu beobachten gewesen (W. FUCHS, 1972; vgl. Blockdiagramm 10 der vorhergehenden Profilsuite). Augenfälliger Ausdruck der gesteigerten tektonischen Aktivität am Alpennordrand während des Eggenburgs und Otnangs sind die dort häufig auftretenden Flyschkonglomerate, deren genaue stratigraphische Stellung ebenfalls durch den Autor in letzter Zeit abgesichert werden konnte (W. FUCHS, 1976).

In Mähren war von all dem noch nichts verspürbar. Hier kam es erst nach Absatz des Karpats während der Jungsteirischen Phase zu vergleichbaren, allerdings immer flacheren und räumlich ausgreifenderen Überschiebungen und zur Entstehung einer mit der Waschberg-Vorfaltungszone identischen Schuppenstruktur, der Pausramer Einheit. Das Ereignis ist bis zur Bohrung Hagenberg 3 auch in Niederösterreich faßbar, äußert sich dann aber südwestlicher nur mehr in randlichen Steilstellungen des Karpats. Noch weiter im Nordosten, jenseits unseres Kartenschnittes, war es die Moldavische Dislokation innerhalb des Badens, die der großen Raumverengung im Hinterland und der damit verbundenen Abscherung der Flyschdecken wegen diese in völlig söhligter Bahn zwanzig bis dreißig Kilometer über das Vorland hinweggleiten ließ. Den fertigen Schuppenbau der Waschberg-Steinitzer Zone überquerte bereits das Meer des Badens aus dem Inneralpinen Wiener Becken (das kurz vor seiner beginnenden Absenkung stand) in Richtung Molassezone.

In den letzten Jahren schien sich die von R. GRILL, 1962, getroffene Parallelisierung von „Subalpinen“ Molasse südlich der Donau mit der Waschbergzone im Norden in etwa durchgesetzt zu haben, wobei betont wurde, daß es sich bei letzterer um innere Molasseteile mit gegenüber dem Vorland eigenständiger Stratigraphie und Tektonik handele. F. BRIX & K. GÖTZINGER präzisierten den Vergleich noch dahingehend, daß sie die „Subalpine“ Molasse der Waschbergzone s. str. gegenüberstellten. Beide Elemente würden dann nach außen hin von „Gestörter“ Molasse gesäumt, was ihre gleiche tektonische Position unterstreiche (1964: 20). Demgegenüber möchte der Verfasser auf Grund neuer Bohrergebnisse die „Subalpine“ Molasse südlich der Donau mit dem Schuppenpaket der Waschberg-Vorfaltungszone (vgl. Blockdiagramme 11 und 12) und dem Schuppenelement der Pausramer Einheit in Mähren (vgl. Blockdiagramm 13) vergleichen. Diese tektonischen Randteile des Orogens streichen nicht immer obertags aus, vielfach sind sie von jüngeren Schichten verdeckt. Ihr Außenrand repräsentiert aber in jedem Fall auch hier die eigentliche tektonische Grenze der Alpen und Karpaten zum Vorland hin. Die Waschberg-Steinitzer Zone wird als Innere Molasse aufgefaßt, wiewohl sich der Schreiber durchaus der Schwierigkeiten einer solchen Zuordnung bewußt ist. Man hat jedoch zu bedenken, daß mit diesem Sektor das Verbindungsglied in der so unterschiedlichen geodynamischen Evolution von Alpen und Karpaten vorliegt. Da werden auf relativ kurzer Distanz die Illyrisch-Savischen Dislokationen des Alpenstranges mit den Savisch-Steirischen und noch jüngeren Krustenverkürzungen der Karpaten in tektonischen Einklang gebracht.

F. STEININGER, A. PAPP et al. (1975) setzten vor kurzem in Anlehnung an alte undifferenzierte Ansichten in einer geologischen Übersichtskarte der Paratethys die Pausramer Einheit gleich mit der Waschbergzone und parallelisierten beide mit der unaufgegliederten „Gestörten“ Molasse des Westens. Die Steinitzer Zone aber wird als eine Art „Subbeskidischer Flysch“ von ehemals dem Flysch zugesellt. Der Verfasser kann darin keinen Erkenntnisfortschritt sehen. Viel zu eng sind seiner Meinung nach Waschberg- und Steinitzer Zone durch die geologische Geschichte, die fazielle Ausbildung ihres Gesamtsedimentationsraumes und ihre schließliche Position im Deckengebäude verflochten. Von der flyschoiden Fazies der Steinitz-Auspitzer Schichtenfolge abgesehen (was ja in der Molasse nichts Außergewöhnliches wäre), fällt die Steinitzer Zone dagegen sehr aus dem allgemeinen Rahmen der karpatischen Flyschentwicklung. Man könnte in der Verkennung der Steinitzer Zone etwa ein Pendant zum „Nordhelvetischen Flysch“ mit allen notwendigen Reserven natürlich erblicken. Die Parallelen von Pausramer Einheit—Waschberg-Vorfaltungszone—„Subalpiner“ Molasse südlich der Donau im Sinne des Autors (= alles IZM) sprechen für sich.

Revision der Tektogenese der Molasse im Überblick des dargestellten Raumes

Die Beurteilung und Betrachtung der Molasse geschah und geschieht heute noch immer aus dem Blickwinkel der gegenwärtigen peripheren Verbreitung der Molassezone am Außenrand von Alpen und Karpaten. Wohl ist man sich jetzt unter dem Eindruck jüngster Bohrungen selbst in Süddeutschland bewußt, daß diese Molassezone nur ein Teil der ehemaligen Molasse sein kann. Dennoch werden nach wie vor die Verhältnisse aus dem ostbayerisch-oberösterreichischen Sektor, die nach Ansicht des Verfassers bloß eine Ausnahmssituation darstellen, für Rekonstruktionsversuche der Molasseentwicklung herangezogen, obwohl doch nun die räumlichen Beziehungen von helvetischer und epikontinentaler Vorlandfazies im Untergrund schon einigermaßen erfaßbar sind. Unberührt von den Ergebnissen der letzten Bohrungen in Bayern und der Schweiz sucht man den Molassetrog vor jenem des Helvetikums und glaubt, im „Nordhelvetischen Flysch“ der Schweiz etwa den Südrand des unbekannt breiten Molassebeckens zu erkennen. Aus solcher Sicht muß dann auch die den meisten Dislokationen des Jungalpidikums „entrückte“ Lage der Molasse verständlich werden, gilt es doch vorher die sich angeblich zwischen Orogen und Molasse erstreckenden Ablagerungsbereiche von Flysch und Helvetikum zu überwinden.

Die Überlegungen des Autors gehen begründet von einem zum Teil ganz anderen Konzept aus. Die Molasse im Alpenraum des Kartenschnittes ist vorerst kein zusätzlich hinzugewonnener randlicher Trog. Sie wird vielmehr im Gefolge gravierender Krustenreduzierungen und -verschmelzungen als über alle noch offenen Meeresteile gleichzeitig und gleichförmig hinweggreifendes, Meso- mit Neoeuropa verbindendes Entwicklungsstadium im Verlaufe der nun erfolgenden Plattenkollision eingeschätzt. Daraus ergibt sich (vgl. Tafel 3), daß sich die Molasseanfänge (= 1. Molassezyklus im Sinne des Verfassers vom Priabon/Obereozän bis Chatt/Untereger) zunächst fast ausschließlich, später vorwiegend auf dem Boden des Helvetikums abgespielt haben. Das abschätzbare Verbreitungsareal des autochthonen Nordhelvetikums (in schweizerischer Fassung) zeigt sich nämlich sogar als Unterlage der ZM in Bayern (Staffelsee 1 und Miesbach 1). Da dem Rhenodanubischen Flysch in der Deutung von R. OBERHAUSER kein selbständiges Sedimentationsbecken entspricht, er überdies als abgeschertes Jungschichtenpaket des Nordpenninikums vor dem alpinen Deckenstapel sicherlich niemals räumlich größere Flächen beansprucht hat, ist somit die unmittelbare

Exposition des auf helvetischer Unterlage ruhenden „Urmolassetroges“ den geodynamischen Prozessen des Jungalpidikums gegenüber augenfällig.

Nach den tiefgreifenden tektonischen Ereignissen der „penninischen“ Subduktion im West- und wahrscheinlich auch westlichen Ostalpenabschnitt, welche mit der endgültigen Überwältigung der Tröge des Pennins und Ultrahelvetikums während der Illyrischen Phase zu Anfang des Obereozäns ihren Abschluß fanden, verblieb für das Meer im Alpenraum nur der Bereich des Helvetikums frei. Vom Südhelvetikum über das benachbarte Nordhelvetikum, das an der paläogeographisch wirksamen Schwelle des Landshut-Neuöttinger Hochs etwa auf der Höhe der heutigen Salzach wohl sein primäres Ende hatte (vgl. Tafel 3), und darüber hinaus im zentralen Teil des Kartenausschnittes weit im Vorland nach Norden kamen gleichförmige Sedimente zum Absatz. Vorerst waren es geringe Algen- und Großforaminiferenkalke des Seichtwassers, gefolgt von mächtigeren pelagischen Globigerinenschiefen. Eine ähnliche Schichtsequenz läßt sich gleichfalls für den Trog der Buntmergelserie angeben, der das Südhelvetikum ungefähr ab der Enns gegen Süden und Osten ersetzt. Gegen Süden stieß das Meer an wenigen vorgezeichneten Stellen buchtartig in das festländische Oberostalpin vor (Unterinntal: Oberaudorf und Reichenhall). Ungefähr östlich einer gedanklich nach Süden verlängerten Traisenlinie ändert sich die Ausgangsposition schlagartig. Hier beginnen ziemlich rasch die karpatischen Verhältnisse vorzuherrschen. Es hatte keine „penninische“ Krustenverkürzung während der höheren Kreide und des tieferen Alttertiärs stattgefunden, alle Ablagerungsräume lagen offen und vom Meer erfüllt vor. Die See erstreckte sich vom Vorland (Waschberg-Steinitzer Trog) bis in die Zentralkarpaten (Podhale-Flysch) und drang im Rücken der alpinen Orogenfront von Osten her auf bereits entblößtes Unterostalpin vor. — Aus tektogenetischen Erwägungen (siehe Einführung) sollten im gesamten Alpenbereich die Ablagerungen vom Obereozän an als Molassesedimente (in verschiedener Fazies) bezeichnet werden. Anders verhielt es sich in den Westkarpaten, wo die paläogeographische Situation gleich geblieben war. Die Sedimentation setzte dort in allen Trögen bis tief in das Oligozän fort.

Zu Ende des Obereozäns leitete die Pyrenäische Dislokationsphase in den Westalpen die „helvetische“ Subduktionsära durch die Ausschaltung des Südhelvetikums ein. Die Folgen waren das Ende der Molassefazies 1 der ÄIM und die verstärkte Absenkung des angrenzenden Nordhelvetikums zum Tiefseegraben, wo orogene Flyschsedimente (= Molassefazies 2 der ÄIM) deponiert wurden. Die ursprüngliche Lage des Flyschtroges war wohl das gesamte Areal des heutigen Aarmassivs und der Aiguilles Rouges. Entsprechende Verhältnisse lassen sich wahrscheinlich auch unter den westlichen Ostalpen vermuten. Der Subduktionsakt könnte an Ausgleichsbewegungen von Tirolikum gegenüber dem Bajuvarikum abgelesen werden, der nachfolgend einsetzende Fazieswechsel in der Herausbildung der flyschähnlichen Fischschiefer von ZM und ÄM. Auch im Buntmergeltrog mögen Anzeichen von Unruhe und Faziesänderungen in diesem Sinne ausgelegt werden. Es kam jedoch dort zu keinen raumverengenden Vorgängen.

Durch eine schwächliche Schichtlücke dokumentiert, verbirgt sich inmitten des Sannois/Lattorfs kaum faßbar die vielfach verkannte, aber nach Meinung des Autors äußerst wirksame Helvetische Dislokationsphase. Sie vollendete die Verschluckung des Krustenstückes zwischen Aar- und Gotthardmassiv (von 30 bis 80 km Breite) und verursachte durch die Überfahrung des nordhelvetischen Flyschtroges der ÄIM durch die alpinen Einheiten die Abscherung und Ausbildung der Helvetischen Decken. Im anschließenden Ostalpensegment kann sie mittelbar durch den Sedimentations-

beginn der JIM im höheren Sannois (Deutenhausener Schichten) auf nordverlegter helvetischer Basis und durch die marine Ingression auf ausschließlich tirolischer Unterlage im Unterinntal aufgespürt werden. Im Osten herrscht weiterhin Sedimentation bei unveränderter paläogeographischer Grundsituation.

Erst nach Abschluß der Helvetischen Phase hält der Verfasser die Entstehung der Augensteinaltlandschaft und erste Herausformung von Sand, Schotter und etwas Kohle führenden Längstalfurken (z. B. Ennstaltertiär) während der nun vergleichsweise langen Ruheperiode bis zum Savischen Phasenzklus hin für möglich. Das im Gefolge der Subduktionsprozesse in die Tiefe verdriftete leichtere Krustenmaterial drängte jetzt in vertikalen Ausgleichsbewegungen nach oben, was verstärkte Erosion bedingte. Schon im Chatt/Untereger lag das heutige Tauernfenster im Bereich abtragender Kräfte. Damit wird klar, daß die alpidische Hochdruckmetamorphose des Penninikums auf etwa 38 bis 32 Millionen Jahre vor heute beschränkt werden kann. Jüngere Daten sind mit der Hauptmetamorphosezeit nicht direkt in Verbindung zu bringen.

Auch die nun folgenden Überschiebungen beträchtlichen Ausmaßes können als Folgen neuerlich anhebender Subduktion helvetischen Bodens betrachtet und erklärt werden. Die Altsavische Phase an der Wende Oligo-/Miozän äußert sich besonders kraftvoll in den Westalpen zwischen Arve und Linth, wo sie durch Abscherung südlicher Teile der JIM und gleichzeitiger parautochthoner Verschleppung des „Nordhelvetischen Flysches“ auf seine heutige Position im Norden des Aarmassivs weitgehend die gegenwärtige Lage in Grundzügen errahnen läßt. Die Sedimentationsabschlüsse in der südlichen JIM der Ostschweiz und Süddeutschlands, im Unterinntal (mit Überschiebung der Kaisergebirgsdecke über die Becken von Kössen und Reit) und im Buntmergeltrog (mit subsequenter Ausschaltung des „Urmolassetroges“ durch die alpinen Decken) geben sich ebenfalls als begleitende Phänomene zu erkennen. Die Altsavische Dislokation beendete den ersten Molassezyklus, der vorwiegend das Helvetikum zur Basis hatte. Desgleichen sind die marinen Vorstöße im Einflußbereich der USM von Ost und West und beckenweite Diskordanzen zum Obereger im marinen Milieu des Ostens den Auswirkungen dieser Phase zuzuschreiben. — Tiefgreifende Veränderungen fanden nun auch in den Westkarpaten statt. Einsetzende Krustenverschluckungen im Untergrund der Flyschjungschichten führten zu deren Abhebung und Deckenbildung, wobei sie unter dem nach außen drängenden Druck die angrenzenden Helvetikumsstreifen der Zdauneker Einheit und des Subilesikums überwältigten und bereits am Innenrand der Steinitzer Einheit standen. Dort begann der Absatz flyschoider Molassesedimente, die Waschbergzone dagegen war noch landfest. Zwischen alpiner und karpatischer Molasse bestand damals kein direkter Zusammenhang.

Die durch fortgesetzte Unterströmung des Vorlandes nach Süden hervorgerufenen Überschiebungen an der Oberfläche gegen Norden erreichten mit der Jungsavischen Phase im größeren Teil dieses Alpen-Karpaten-Ausschnittes einen letzten Höhepunkt. In der West- und Mittelschweiz wurde die bereits geschaffene Schuppenzone der JIM noch weiter nach außen gedrängt. Dabei kam es im südlichen Bereich der ZM zu Abscherungen von IZM (Savigny 1) und zu ersten Faltenbildungen in der westlichen Mittelländischen Molasse (= AM). Im ostschweizerisch-süddeutschen Raum entstand damals die JIM als gefaltetes, losgelöstes und über ZM geschobenes alpines Randelement. Auch hier waren sicherlich im Zuge der Bewegungen mehr oder minder mächtige Schuppenkörper von IZM ausgeschürft, aber weitgehend überfahren und zurückgelassen worden. In Ostösterreich wird das primär östlich des Chiemsees aus-

hebende tektonische Außenglied der Alpen, die JIM, von Schuppenbildungen der IZM vertreten. Das besondere Untergrundrelief mag für den auffallend weiten Nordvorstoß dieser Zone verantwortlich sein (Perwang 1), was sich ja letztlich auch im Tirolischen Bogen der Kalkalpen äußert. In den Westkarpaten wurden Steinitzer und Pausramer Einheit (= IM und IZM) von den Subduktionsprozessen erfaßt und von den Flyschdecken überwältigt. Der konsolidierte Block der Zentralkarpaten zerfiel in einzelne verschieden tief absinkende Teilschollen, was das Aufsteigen magmatischer Massen an den Bewegungsbahnen und das Auftreten subsequenten Vulkanismus von rhyolithisch-andesitischer Natur zur Folge hatte. In der Waschbergzone fand vermutlich keine Einengung statt. Dagegen kam es in Teilen des Orogens im Gebiet des späteren Inneralpinen Wiener Beckens und am Alpenostrand zu flexurartigen Abbiegungen, Versteilungen und Südüberkipnungen. Im Anschluß an diese gewaltigen Dislokationen transgredierte das Meer des Burdigals/Eggenburgs in den gesamten hier dargestellten und noch offenen Molasseräum mit deutlicher Diskordanz. Die Waschbergzone wurde überflutet, und es bestand über die zuvor gebildete Querdepression im österreichisch-mährischen Grenzgebiet ein Meeresarm zwischen Molassezone und ungarischem Becken.

Die folgenden geodynamischen Akte sind nur mehr im Osten als Dislokationen zu registrieren. Die Jüngstsavische Phase stieß die Alpendecken in Niederösterreich noch über einen mit Perwang tektogenetisch vergleichbaren Schuppenkörper hinweg gegen das nahe Massiv unter Herausbildung noch jüngerer peripherer Schuppenelemente. Im östlichen Oberösterreich verschaffte sich diese Phase in Auf- und Anpressungen von IZM an den Alpenrand Ausdruck. Jenseits der Donau wurde damals die Waschbergzone in enge Schuppenfelder zerlegt und zusammengestaucht.

Während der Altsteirischen Dislokationsphase wurde die Waschbergzone wieder eingengt und gemeinsam mit der Steinitzer Einheit unter Flyschbedeckung gegen das Vorland geschoben, wobei es zur Bildung der Waschberg-Vorfaltungszone und zu ersten Ansätzen der damit tektogenetisch identischen Pausramer Einheit kam (= IZM). Zusätzliche Versteilungen der tektonischen Kontakte lassen sich für den niederösterreichisch-ostösterreichischen Alpenrand vermerken, östlich der Traisen waren es sogar bedeutendere Störungen der ÄM (St. Pöltener Störung, Störung von Anzing—Waltendorf).

Die Jungsteirische Phase war für die letzte Randformung der Steinitzer Zone verantwortlich und schuf endgültig das tektonische Rand- und Schuppenelement der Pausramer Einheit.

Jenseits der March und damit außerhalb des Kartenbereiches war es dann vor allem die Moldavische Phase, die in völlig flachen und weitgreifenden Überschiebungen die Flyschdecken über das Vorland führte.

Damit wird recht augenscheinlich, daß in der komplizierten, von West nach Ost zu Recht festgestellten „Verjüngung“ des Alpenrandes im östlichen Abschnitt der Alpen und in den Westkarpaten die Anpassung der geodynamisch verschiedenen Hauptgestaltungsphasen der beiden Gebirge (Illyrisch-Pyrenäisch-Helvetisch-Savische Zyklen: Savisch-Steirisch-Moldavische etc. Zyklen) erfolgt. In den Westalpen und westlichen Ostalpen (bis hin in den Raum von Perwang) sind dann noch sehr junge postsarmatische Einengungsphänomene zu beobachten, die eine auflebende Subduktionstätigkeit irgendwo im Norden der autochthonen helvetischen Massive vermuten lassen.

Infolge des geänderten Standpunktes zur Tektogenese der Molasse (früher von weit draußen gegen das Orogen — jetzt inmitten des Orogens) und der damit verständlicher gewordenen Ursachen der auffallenden Sedimentationsenden in den einzelnen Molasseelementen im tektonischen Stockwerkbau kann der Ablauf der Ereignisse unter Einbeziehung fast aller vormals oft scheinbar einander widersprechender oder ausschließender Beobachtungen des Gesamttraumes naturnäher reproduziert werden. Da eine richtige Interpretation des geodynamischen Geschehens während des Jungalpidikums nicht nur wissenschaftliche Zielvorstellung bedeutet, sondern in der gegenwärtig kritischen Energieversorgung große Flächen unter dem Gebirge als durchaus vertretbare potentielle Hoffungsgebiete der Erdölsuche eröffnet, kommt derartigen Gedankengängen über das rein Wissenschaftliche hinaus hohe wirtschaftliche Relevanz und vielleicht auch Nutzen zu.

Ich möchte abschließend all jenen Mitgliedern der Geol. Bundesanstalt sehr herzlich danken, die mir bei der Arbeit geholfen haben: den Herren Hofrat Dr. R. GRILL und Dr. R. OBERHAUSER für die stets gerne gewährte Gelegenheit fachlicher Aussprachen und die kritische Durchsicht des Manuskriptes, Herrn Dr. F. STOJASPAL für die Beurteilung einer Fossilliste, der Direktion und Redaktion unseres Hauses für die schöne Ausgestaltung, Herrn Dr. T. CERNAJSEK und den Damen D. DAMISCH und J. PÖTL von der Bibliothek für die immer geduldig und freundlich erfüllten Wünsche um Literatur und nicht zuletzt allen Angehörigen der Zeichenabteilung für die Mitwirkung bei der Vollendung der graphischen Beilagen.

Literatur

- ABERER, F.: Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 50, Jg. 1957, S. 23—94, Wien 1958.
- : Das Miozän der westlichen Molassezone Österreichs mit besonderer Berücksichtigung der Untergrenze und seiner Gliederung. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 52, Jg. 1959, S. 7—16, Wien 1960.
- : Bau der Molassezone östlich der Salzach. — Z. deutsch. geol. Ges., 113, H. 2—3, S. 266—279, Hannover 1962.
- ABERER, F. & BRAUMÜLLER, E.: Die miozäne Molasse am Alpennordrand im Oichten- und Mattigtal nördlich Salzburg. — Jb. Geol. B.-A., 92, Jg. 1947, S. 129—145, Wien 1949.
- ALBRECHT, K. & FURTAČ, H.: Die tektonische Verformung der Fossilien in der Faltenmolasse Oberbayerns zwischen Ammer und Leitzach. — Geol. Mitt., 5, S. 227—248, Aachen 1965.
- ANDRUSOV, D.: Karpaten-Miozän und Wiener Becken. — Petroleum, 34, H. 27, S. 1—9, Wien 1938.
- : Über die Fortsetzung der Elemente der subalpinen Molasse in Mähren. — Geol. Zborník, 12 H. 1, S. 127—129, Preßburg 1961.
- : Coupes géologiques à travers la zone des Klippes Piénines de la vallée du Vah (Carpathes Slovaques). — Geol. Zborník, 25, H. 2, S. 227—230, Preßburg 1974.
- ANGENHEISTER, G., BÖGEL, H. et al.: Recent investigations of surficial and deeper crustal structures of the Eastern and Southern Alps. — Geol. Rdschau, 61, S. 349—395, Stuttgart 1972.
- BADOUX, H.: Erläuterungen zum Geol. Atlas der Schweiz 1 : 25.000, Blatt 37, Monthey. — Verl. Kümmerly & Frey, 24 S., Bern 1960.
- BALDI, T. & SENES, J.: Miozän OM — Egerien. — Chronostratigraphie und Neostatotypen, 5, 577 S., Verl. Slowak. Akad. Wiss., Preßburg 1975.
- BAUMBERGER, E.: Bivalen aus dem subalpinen Stampien des Voralbergs mit besonderer Berücksichtigung des Deformationsproblems. — Eclogae geol. Helv., 30, S. 361—401, Lausanne 1937.
- BECK-MANNAGETTA, P.: Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich 1 : 1 000 000 mit tektonischer Gliederung. — Verl. Geol. B.-A., Wien 1964.

- : Austrian Eastern Alps: The Internal Zones. — ex: Tectonics of the Carpathian Balkan regions, S. 57—75, Preßburg 1974.
- BEHRENS, M. & WURSTER, P.: Tektonische Untersuchungen an Molasse-Geröllen. — Geol. Rdschau, 61, S. 1019—1037, Stuttgart 1972.
- BEMMELEN, R. W.: Zur Mechanik der ostalpinen Deckenbildung. — Geol. Rdschau, 50, S. 474—499, Stuttgart 1960.
- BENTZ, A.: Bau und Erdölhoffigkeit des Molassetroges von Oberbayern und Oberschwaben. — Erdöl und Kohle, 2, H. 2, S. 41—52, Hamburg 1949.
- BENTZ, F. P.: The terms Flysch and Molasse and their application. — Bull. Geol. Soc. Turkey, 7, H. 2, S. 46—56, Ankara 1961.
- BRAUMÜLLER, E.: Der Südrand der Molassezone im Raume von Bad Hall. — Erdöl-Z., 75, H. 5, S. 122—130, Wien-Hamburg 1959.
- : Die paläogeographische Entwicklung des Molassebeckens in Oberösterreich und Salzburg. — Erdöl-Z., 77, H. 11, S. 509—520, Wien-Hamburg 1961.
- BREDDIN, H.: Die regionale tektonische Fossil- und Gesteinsdeformation in der Molasse der Ost- und Mittelschweiz. — Eclogae geol. Helv., 51, S. 378—380, Basel 1958.
- : Die tektonische Deformation der Fossilien und Gesteine in der Molasse von St. Gallen (Schweiz). — Geol. Mitt., 4, H. 1, S. 1—68, Aachen 1964.
- BREYER, F.: Die orogenen Phasen der gefalteten Molasse, des Helvetikums und des Flysches im westlichen Bayern und in Vorarlberg. — Abh. dtsh. Akad. Wiss., Kl. III, H. 1, S. 95—98, Berlin 1960.
- : Ergebnisse von Gravimetermessungen in Vorarlberg und ihre Beziehungen zum nahen Untergrund. — Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol.-Ing., 37, H. 92, S. 21—36, Basel 1971.
- BRIX, F. & GÖTZINGER, K.: Die Ergebnisse der Aufschlußarbeiten der ÖMV-AG in der Molassezone Niederösterreichs in den Jahren 1957—1963. Teil I: Zur Geologie der Beckenfüllung und des Untergrundes. — Erdöl-Z., 80, H. 2, S. 3—22, Wien 1964.
- BUDAY, T.: Die Entwicklung des Neogens der tschechoslowakischen Karpaten. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 52, Jg. 1959, S. 27—47, Wien 1960.
- BUDAY, T., CÍCHA, I. & SENES, J.: Beziehungen des Untermiozän der bayerischen und österreichischen Molasse, des südwestlichen Mährens und der innerkarpatischen Becken. — Věstník U. U. G., 33, S. 419—425, Prag 1958.
- : Miozän der Westkarpaten. — 295 S., 12 Taf., Geol. Ústav, Preßburg 1965.
- BÜCHI, U. P.: Geologische Ergebnisse der Bohrung Küßnacht 1. — Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol.-Ing., 28, H. 74, S. 7—16, Basel 1961.
- : Geologischer Führer für die Exkursion in die st. gallisch-appenzellische Molasse und den Alpenrand. — Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol.-Ing., 33, H. 84, S. 43—56, Basel 1967.
- : Die schweizerische Erdölfrage im Jahre 1969. — Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol.-Ing., 37, H. 91, S. 6—17, Basel 1970.
- BÜDEL, J.: Der Werdegang der Alpen, Europa und die Wissenschaft. — Wiss. Alpenvereinsh., H. 21, S. 13—45, München 1969.
- BUXTORF, A.: Erläuterungen zur Geologischen Generalkarte der Schweiz 1 : 200 000, Blatt 3 Zürich-Glarus. — 81 S., Verl. Kümmerly & Frey, Bern 1957.
- CADISCH, J.: Das Werden der Alpen im Spiegel der Vorland sedimentation. — Geol. Rdschau, 19, S. 105—119, Berlin 1928.
- : Zur Geologie des Grenzgebietes zwischen West- und Ostalpen. — Verh. Geol. B.-A., H. 2, S. 115—124, Wien 1961.
- CÍCHA, I., CHMELÍK, F. et al.: Übersicht über den heutigen Stand der Forschung in der Molassezone Zlínský und Pouzdraner Einheit Süd-Mährens. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 56, Jg. 1963, H. 2, S. 445—468, Wien 1964.
- : Eine neue tektonische Einheit der äußeren Karpaten in Südmähren. — Geol. práce, zprávy, 36, S. 85—104, Preßburg 1965.
- CÍCHA, I., HAGN, H. & MARTINI, E.: Das Oligozän und Miozän der Alpen und der Karpaten. Ein Vergleich mit Hilfe planktonischer Organismen. — Mitt. Bayer. Staatssamm. Paläont. hist. Geol., 11, S. 279—293, München 1971.
- CÍCHA, I., SENES, J. & TEJČAL, J.: Miozän M3 (Karpaten). Die Karpatische Serie und ihr Stratotyp. — Chronostratigraphie und Neostatotypen, 1, 312 S., Verl. Slowak. Akad. Wiss., Preßburg 1967.

- CLAR, E.: Zum Bewegungsbild des Gebirgsbaues der Ostalpen. — Verh. Geol. B.-A., Sonderheft G, S. 11—35, Wien 1965.
- : Review of the structure of the Eastern Alps. — ex: Gravity and Tectonics, S. 253—270, New York 1973.
- CLASEN, G. & DOHR, G.: Reflexionsseismische Messungen in der gefalteten Molasse Oberbayerns. — Z. deutsch. geol. Ges., 109, Jg. 1957, S. 612—623, Hannover 1958.
- COLLET, L. W.: Erläuterungen zur Geologischen Generalkarte der Schweiz 1 : 200 000, Blatt 5 Genf-Lausanne. — Verl. Kümmerly & Frey, 47 S., Bern 1955.
- CTYROKY, P.: Interregional correlation of Rzehakia (Oncophora) series in Eurasia. — Giorn. Geol., (2), 35, H. 1, S. 273—287, Bologna 1970.
- : Die Molluskenfauna der Rzehakia-(Oncophora)-Schichten Mährens. — Österr. Paläont. Ges., Ehrenberg-Festschrift, S. 41—141, Wien 1972.
- DAL-PIAZ, G. V., RAUMER, J. et al.: Geological outline of the Italian Alps. — Geology of Italy, S. 299—375, Tripolis 1975.
- DEBELMAS, J. & LEMOINE, M.: La structure tectonique et l'évolution paléogéographique de la chaîne alpine d'après les travaux récents. — Inf. Sci., 7, S. 1—33, Paris 1964.
- DEWEY, J. F., PITTMANN, W. C. et al.: Plate tectonics and the evolution of the Alpine system. — Bull. Geol. Soc. America, 84, H. 10, S. 3137—3180, Boulder 1973.
- DIETRICH, V.: Die Ophiolithe des Oberhalbsteins (Graubünden) und das Ophiolithmaterial der ostschweizerischen Molasseablagerungen, ein petrographischer Vergleich. — 179 S., Verl. H. Lang & Cie AG, Bern 1969.
- DUPHORN, K., GÄRTNER, H.-R. et al.: Geologische Karte von Mitteleuropa 1 : 2 000 000. — 2. Aufl., Geol. Landesämter BRD, Hannover 1971.
- EUGSTER, H., FRÖHLICHER, H. & SAXER, F.: Erläuterungen zur Geol. Karte Blatt 23 (St. Gallen-Appenzell). — Verl. Kümmerly & Frey, Bern 1960.
- FAUPL, P.: Kristallinvorkommen und terrigene Sedimentgesteine in der Grestener Klippenzone (Lias-Neokom) von Ober- und Niederösterreich. Ein Beitrag zur Herkunft und Genese. — Jb. Geol. B.-A., 118, S. 1—74, Wien 1975.
- FRANK, W.: Die Entwicklung des Metamorphikums in den Alpen. — Nachr. dt. geol. Ges., H. 13, S. 16—17, Hannover 1975.
- FUCHS, W.: Aufnahmsberichte auf den Blättern Schärding (29) und Neumarkt im Hausruckkreis (30) in den Jahren von 1962 bis 1965. — Verh. Geol. B.-A., Wien 1963 bis 1966.
- : Tertiär und Quartär der Umgebung von Melk. — Verh. Geol. B.-A., H. 2, S. 283—299, Wien 1964.
- : Geologie des Ruster Berglandes (Burgenland). — Jb. Geol. B.-A., 108, S. 155—194, Wien 1965.
- : Die Sedimente am Südrande und auf dem kristallinen Grundgebirge des westlichen Mühlviertels und des Sauwaldes. — ex: FUCHS, G. & THIELE, O.: Erläuterungen zur Übersichtskarte des Kristallins im westlichen Mühlviertel und im Sauwald, Oberösterreich. — S. 43—58, Verl. Geol. B.-A., Wien 1968.
- : Tertiär und Quartär am Südostrand des Dunkelsteiner Waldes. — Jb. Geol. B.-A., 115, H. 2, S. 205—245, Wien 1972.
- : Aufnahmsberichte auf Blatt Perg (34) in den Jahren von 1972 bis 1975. — Verh. Geol. B.-A., Wien 1973 bis 1976.
- : Bericht 1975 über geologische Vergleichsfahrten im Tertiär auf den Blättern 39, Tulln, 40, Stockerau und 57, Neulengbach (Südrand des Tullner Beckens). — Verh. Geol. B.-A., H. 1, in Druck, Wien 1976.
- FÜCHTBAUER, H.: Die Sedimentation der westlichen Alpenvorlandsmolasse. — Z. deutsch. geol. Ges., 105, Jg. 1953, S. 527—530, Hannover 1955.
- : Die Schüttungen im Chatt und Aquitan der deutschen Alpenvorlandsmolasse. — Eclogae geol. Helv., 51, H. 3, S. 928—941, Basel 1958.
- : Sedimentpetrographische Untersuchungen in der älteren Molasse nördlich der Alpen. — Eclogae geol. Helv., 57, H. 1, S. 157—298, Basel 1964.
- : Die Sandsteine in der Molasse nördlich der Alpen. — Geol. Rdschau, 56, S. 266—300, Stuttgart 1967.
- FUSAN, O., KODYM, O. et al.: Geologische Karte der Tschechoslowakei 1 : 500 000. — U. U. G., Prag 1967.

- GANSS, O.: Das Süddeutsche Molassebecken — ein Überblick. — Z. deutsch. geol. Ges., 105, Jg. 1953, S. 303—306, Hannover 1955.
- GANSS, O. & SCHMIDT-THOME, P.: Die gefaltete Molasse am Alpenrand zwischen Bodensee und Salzach. — Z. deutsch. geol. Ges., 105, Jg. 1953, S. 402—495, Hannover 1955.
- GÖTZINGER, G. & EXNER, C.: Kristallingerölle und -scherlinge des Wienerwaldflysches und der Molasse südlich der Donau. — Skizzen zum Antlitz der Erde, S. 81—106, Verl. Hollinek, Wien 1953.
- GRILL, R.: Über erdölgeologische Arbeiten in der Molassezone von Österreich. — Verh. Geol. B.-A., Jg. 1945, H. 1—3, S. 4—28, Wien 1947.
- : Der Flysch, die Waschbergzone und das Jungtertiär um Ernstbrunn. — Jb. Geol. B.-A., 96, H. 1, S. 65—116, Wien 1953.
- : Über den geologischen Aufbau des Außeralpinen Wiener Beckens. — Verh. Geol. B.-A., H. 1, S. 44—54, Wien 1958.
- : Untergrenze und Gliederung des Miozäns im Wiener Becken. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 52, Jg. 1959, S. 125—132, Wien 1960.
- : Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Korneuburg und Stockerau. — 52 S., Verl. Geol. B.-A., Wien 1962.
- : Erläuterungen zur geologischen Karte des nördlichen Weinviertels und zu Blatt Gänserndorf. — 155 S., 2 Taf., Verl. Geol. B.-A., Wien 1968.
- : Bericht über Begehungen auf den Blättern Wien und Preßburg der Österreichischen Karte 1:200 000. — Verh. Geol. B.-A., H. 4, S. A 55—A 58, Wien 1974.
- : Bericht 1975 über stratigraphische Untersuchungen in den Beckenrandprofilen der Molasse (Blatt 22, Hollabrunn). — Verh. Geol. B.-A., H. 1, in Druck, Wien 1976.
- GRILL, R. & KAPOUNEK, J.: Waschbergzone und Erdölfelder. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 57, H. 1, S. 147—155, Wien 1964.
- GRILL, R. & KÜPPER, H.: Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Wien. — 138 S., Verl. Geol. B.-A., Wien 1954.
- GRILL, R. & WALDMANN, L.: Zur Kenntnis des Untergrundes der Molasse in Österreich. — Jb. Geol. B.-A., 94, H. 1, S. 1—40, Wien 1950.
- GUNDLACH, K. & TEICHMÜLLER, R.: Die postmiozäne Verbiegung der nordalpinen Saumtiefe. — Stille-Festschrift, S. 169—195, Enke-Verl., Stuttgart 1936.
- GUTDEUTSCH, R. & ARIC, K.: Erdbeben im ostalpinen Raum. Beobachtungsmethoden und tektonische Deutungsversuche. — Arb. Zentralanst. Meteorologie u. Geodynamik, H. 19, 23 S., Wien 1976.
- GWINNER, M. P.: Geologie der Alpen. — 477 S., Verl. Schweizerbart, Stuttgart 1971.
- GYGI, A., JÄCKLI, H. et al.: Geologische Exkursion „Vom Rhein zum Gotthard“ vom 26. bis 28. April 1973. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F., 55, S. 13—72, Stuttgart 1973.
- HAGN, H.: Über Umlagerungsvorgänge in der subalpinen Molasse Oberbayerns und ihre Bedeutung für die alpine Tektonik. — Geol. Bavarica, H. 5, 45 S., 5 Taf., München 1950.
- : Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. — Geol. Bavarica, H. 44, 208 S., 12 Taf., München 1960.
- : Das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes. — Mitt. Bayer. Staatssaml. Paläont. hist. Geol., 7, S. 245—320, München 1967.
- HANZLIKOVÁ, E. & ROTH, Z.: Attempt on paleogeographic reconstruction of outer West Carpathian sedimentation area. — Geol. práce, 36, S. 5—30, Preßburg 1965.
- HANZLIKOVÁ, E., ROTH, Z. & GABRIELOVA, N.: A note to the stratigraphy and occurrence of the Tertiary autochthonous sediments of the Bohemian Massif in the substratum of the Moravia-Silesian Beskids. — Geol. Zborník, 14, H. 1, S. 193—207, Preßburg 1963.
- HAWKESWORTH, C. J., WATERS, D. J. & BICKLE, M. J.: Plate tectonics in the eastern Alps. — Earth and Planetary Sci. Letters, 24, S. 405—413, Amsterdam 1975.
- HEERMANN, O.: Das süddeutsche Molassebecken. — ex: Symp. sob. yacim. petrol. y gas, 5, Europa, Erdöl- u. Erdgasfelder in Deutschland, XX. Congr. Geol. Intern., S. 149—154, Mexiko 1956.
- HEIM, A., BAUMBERGER, E. et al.: Die subalpine Molasse im westlichen Vorarlberg. — Viertel-Jahresschrift Naturf. Ges. Zürich, 73, S. 1—64, Zürich 1928.
- HEISSEL, W.: Zur Geologie des Unterinntaler Tertiärgebietes. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 48, Jg. 1955, S. 49—70, Wien 1957.

- HEKEL, H.: Nannoplanktonhorizonte und tektonische Strukturen in der Flyschzone nördlich von Wien (Bisambergzug). — Jb. Geol. B.-A., 111, H. 2, S. 293—338, Wien 1968.
- HOFMANN, F.: Horizonte fremdartiger Auswürflinge in der ostschweizerischen oberen Süßwassermolasse und Versuch einer Deutung ihrer Entstehung als Impaktphänomen. — *Eclogae geol. Helv.*, 66, H. 1, S. 83—100, Basel 1973.
- HOFMANN, F., BÜCHI, U. P. et al.: Vorkommen, petrographische, tonmineralogische und technologische Eigenschaften von Bentoniten im schweizerischen Molassebecken. — *Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser.*, 54, 51 S., Bern 1975.
- HOFMANN, G. W.: Der Muldenbau in der subalpinen Molasse des Prienprofils im östlichen Oberbayern. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 113, Jg. 1961, S. 557—570, Hannover 1962.
- JÄGER, E.: Die alpine Orogenese im Lichte der radiometrischen Altersbestimmung. — *Eclogae geol. Helv.*, 66, H. 1, S. 11—22, Basel 1973.
- JANOSCHEK, R.: Über den Stand der Aufschlußarbeiten in der Molassezone Oberösterreichs. — *Erdöl-Z.*, 77, H. 5, S. 161—175, Wien-Hamburg 1961.
- : Das Tertiär in Österreich. — *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 56, Jg. 1963, H. 2, S. 319—360, Wien 1964.
- : Erdöl und Erdgas in Oberösterreich. — *Geologie u. Paläontologie des Linzer Raumes, Katalog Stadtmus. Linz*, 6, S. 91—107, Linz 1969.
- JANOSCHEK, R. & GÖTZINGER, K.: Exploration for oil and gas in Austria. — ex: The exploration for petroleum in Europe and North Africa, S. 161—180, Dorking 1969.
- JÜRGES, R.-A.: Zur Geologie des Eistobels/Allgäu. — *Geol. Bavarica*, H. 63, S. 119—139, München 1970.
- KAPOUNEK, J., KRÖLL, A. et al.: Die Verbreitung von Oligozän, Unter- und Mittelmiozän in Niederösterreich. — *Erdöl-Z.*, 81, H. 4, S. 109—116, Wien-Hamburg 1965.
- : Der mesozoische Sedimentanteil des Festlandsockels der Böhmisches Masse. — *Jb. Geol. B.-A.*, 110, H. 1, S. 73—91, Wien 1967.
- KAPOUNEK, J. & PAPP, A.: Der Vulkanismus in der Bohrung Orth 1 und die Verbreitung von Grobschüttungen zwischen dem Rücken und der Donau. — *Verh. Geol. B.-A.*, H. 2, S. 114—122, Wien 1969.
- KAPOUNEK, J., PAPP, A. & TURNOVSKY, K.: Grundzüge der Gliederung von Oligozän und älterem Miozän in Niederösterreich nördlich der Donau. — *Verh. Geol. B.-A.*, H. 2, S. 217—226, Wien 1960.
- KARL, F.: Über das Alter der Granite in den Hohen Tauern. — *Geol. Rdschau*, 50, S. 499—505, Stuttgart 1960.
- KONECNY, V. & SLAVIK, J.: Tectonic background of Miocene volcanism in the West Carpathians. — ex: Tectonics of the Carpathian Balkan regions, S. 138—145, Preßburg 1974.
- KORDIUK, B.: Zur Entwicklung des subalpinen Molassetroges. — *Abh. Preuß. Geol. Landesanst.*, N. F., H. 187, S. 3—47, Berlin 1938.
- KRAUS, E.: Zur Baugeschichte des Alpenvorlandes. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 102, Jg. 1950, S. 216—226, Hannover 1951.
- : Über die jüngsten Bewegungstendenzen der Alpen. — *Geol. Rdschau*, 43, S. 108—138, Stuttgart 1955.
- : Über den Alpenrand und die Molassealpen im Allgäu. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 113, Jg. 1961, S. 501—506, Hannover 1962.
- KRAUS, L.: Erdöl- und Erdgaslagerstätten im ostbayerischen Molassebecken. — *Erdöl-Z.*, 85, H. 11, S. 442—454, Wien-Hamburg 1969.
- KRÖLL, A.: Die Ergebnisse der Aufschlußarbeiten der ÖMV-AG. in der Molassezone Niederösterreichs in den Jahren 1957 bis 1963. Teil IV: Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen. — *Erdöl-Z.*, 80, H. 6, S. 221—227, Wien-Hamburg 1964.
- KRÖLL, A. & WESSELY, G.: Neue Erkenntnisse über Molasse, Flysch und Kalkalpen auf Grund der Ergebnisse der Bohrung Urmannsau 1. — *Erdöl-Z.*, 83, H. 10, S. 342—353, Wien-Hamburg 1967.
- KRYSTEK, L. & BURGHARDT, R.: Lažánky: eine neue Lokalität tortoner Tuffe in Mähren. — *Čas. Morav. Mus.*, 18, S. 75—83, Brünn 1958.
- KÜPPER, H.: Erläuterungen zu einer tektonischen Übersichtsskizze des weiteren Wiener Raumes. — *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 53, Jg. 1959, S. 1—33, Wien 1960.
- : Ergebnisse aus dem Ostalpenorogen mit Ausblicken auf östlich anschließende Räume. — *Geol. Rdschau*, 50, S. 457—465, Stuttgart 1960.

- : Elemente eines Profils von der Böhmisches Masse zum Bakony. — Verh. Geol. B.-A., Sonderh. G, S. 52—55, Wien 1965.
- KURZWEIL, H.: Sedimentpetrologische Untersuchungen an den jungtertiären Tonmergelserien der Molassezone Oberösterreichs. — Tscherma's Min. Petr. Mitt., 20, H. 3, S. 169—215, Wien 1973.
- LAUBSCHER, H. P.: Faltenjura und Rheingraben: zwei Großstrukturen stoßen zusammen. — Jber. u. Mitt. oberh. geol. Ver., N. F., 55, S. 145—158, Stuttgart 1973.
- LEBLING, C.: Molasse und Alpen zwischen Lech und Salzach. — Z. deutsch. geol. Ges., 77, Jg. 1925, S. 185—197, Berlin 1926.
- : Jungtertiäre Brüche in den östlichen Nord-Alpen. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., S. 281—293, Stuttgart 1966.
- LEMCKE, K.: Zur Gliederung und Paläogeographie der ungefalteten Molasse im westlichen Alpenvorland. — Z. deutsch. geol. Ges., 105, Jg. 1953, S. 525—527, Hannover 1955.
- : Geologische Ergebnisse der Erdölexploration im westlichen deutschen Molassebecken. — Z. deutsch. geol. Ges., 109, Jg. 1957, S. 593—598, Hannover 1958.
- : Beziehungen zwischen Molassesedimentation und Alpentektonik an der Wende Oligozän/Miozän. — Z. deutsch. geol. Ges., 113, Jg. 1961, S. 280—281, Hannover 1962.
- : Die Ergebnisse der Bohrung Savigny 1 bei Lausanne. — Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol.-Ing., 30, H. 78, S. 4—11, Basel 1963.
- : Epirogenetische Tendenzen im Untergrund und in der Füllung des Molassebeckens nördlich der Alpen. — Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol.-Ing., 37, H. 91, S. 25—34, Basel 1970.
- : Zur nachpermischen Geschichte des nördlichen Alpenvorlandes. — Geol. Bavarica, H. 69, S. 5—48, München 1973.
- : Vertikalbewegungen des vormesozoischen Sockels im nördlichen Alpenvorland vom Perm bis zur Gegenwart. — Eclogae geol. Helv., 67, H. 1, S. 121—133, Basel 1974.
- LEMCKE, K. & VOLLMAYR, T.: Führer zur Exkursion in die Allgäuer Faltenmolasse am 21. Juni 1970. — Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol.-Ing., 37, H. 91, S. 18—24, Basel 1970.
- LINDENBERG, H.-G.: Die Bolivinen (Foram.) der Häringer Schichten. Mikropaläontologische Untersuchungen im Alttertiär des Unterinntal-Gebietes. — Boll. Soc. Paleont. Ital., 4, Jg. 1965, S. 64—160, Modena 1966.
- LÜHR, H.: Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen im Alttertiär von Härings/Tirol. — Unveröff. Diss. Univ. München, 174 S., 9 Taf., München 1962.
- MALECHA, A.: The basins of southern Bohemia. — ex J. SVOBODA et al.: Regional geology of Czechoslovakia, S. 581—600, Prag 1966.
- MALKOVSKY, M.: Saxonische Tektonik der Böhmisches Masse. — Geol. Rdschau, 65, H. 1, S. 127—143, Stuttgart 1976.
- MÜLLER, F.: Die geologischen Verhältnisse des Blattes Buchenberg (Bayerisches Allgäu). — Geol. Bavarica, H. 13, 24 S., München 1952.
- MÜLLER, M.: Das Ergebnis der Bohrung Staffelsee 1 als Grundlage für neue Vorstellungen über Bau und Untergrund der gefalteten Molasse. — Geol. Bavarica, H. 63, S. 86—106, München 1970.
- MUHEIM, F.: Die subalpine Molassezone im östlichen Vorarlberg. — Eclogae geol. Helv., 27, H. 1, S. 181—296, Basel 1934.
- NATHAN, H. & SCHMIDT-THOME, P.: Geologische Übersichtskarte der süddeutschen Molasse 1:300 000. — Bayerisches Geol. Landesamt, München 1954.
- OBERHAUSER, R.: Zur Frage des vollständigen Zuschubes des Tauernfensters während der Kreidezeit. — Verh. Geol. B.-A., H. 1, S. 47—52, Wien 1964.
- : Zur Geologie der West-Ostalpen-Grenzzone in Vorarlberg und im Prätigau unter besonderer Berücksichtigung der tektonischen Lagebeziehungen. — Verh. Geol. B.-A., Sonderh. G, S. 184—190, Wien 1965.
- : Beiträge zur Kenntnis der Tektonik und der Paläogeographie während der Oberkreide und dem Paläogen im Ostalpenraum. — Jb. Geol. B.-A., 111, H. 2, S. 115—145, Wien 1968.
- : Die Überkippungs-Erscheinungen des Kalkalpen-Südlandes im Rätikon und im Arlberg-Gebiet. — Verh. Geol. B.-A., H. 3, S. 477—485, Wien 1970.
- OXBURGH, E. R., LAMBERT, R. S. J. et al.: Potassium-Argon age studies across the southeast margin of the Tauern window. — Verh. Geol. B.-A., H. 1—2, S. 17—33, Wien 1966.
- PAPP, A.: Vorkommen und Verbreitung des Obereozäns in Österreich. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 50, Jg. 1957, S. 251—270, Wien 1958.

- : Zur Nomenklatur des Neogens in Österreich. — Verh. Geol. B.-A., H. 1—2, S. 9—18, Wien 1968.
- PAPP, A., KROBOT, W. & HLADECEK, K.: Zur Gliederung des Neogens im zentralen Wiener Becken. — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 22, Jg. 1973, S. 191—199, Wien 1974.
- PAPP, A., RÖGL, F. & SENES, J.: Miozän M 2 Ottmangien. Die Innviertler, Salgótarján, Bántapusztaer Schichtengruppe und die Rzhakia Formation. — Chronostratigraphie und Neostratotypen, 3, 841 S., Verl. Slowak. Akad. Wiss., Preßburg 1973.
- PAPP, A., RÖGL, F. & STEININGER, F.: Führer zur Paratethys-Exkursion 1970 in die Neogen-Gebiete Österreichs. 57 S., Paläont. Inst. Univ. Wien, Wien 1970.
- PAULUS, B.: Zur Stratigraphie und Fazies der oligozänen und miozänen Molasse im südlichen Oberbayern. Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol.-Ing., 30, H. 78, S. 53—98, Basel 1963.
- PETRASCHECK, W.: Tektonische Untersuchungen am Alpen- und Karpathenrand. — Jb. Geol. St.-A., 70, S. 255—272, Wien 1920.
- : Vulkanische Tuffe im Jungtertiär am Ostalpenrande. — Sber. Akad. Wiss. Wien, m. n. Kl., Abt. I, 149, S. 145—154, Wien 1940.
- PLÖCHINGER, B.: Das Molasseprofil längs der Bregenzer Ach und des Wirtatobels. — Jb. Geol. B.-A., 101, H. 2, S. 293—322, Wien 1958.
- PLÖCHINGER, B. & PREY, S.: Der Wienerwald. — Sammlung Geol. Führer, H. 59, 141 S., Verl. Bornträger, Berlin-Stuttgart 1974.
- PREY, S.: Streiflichter zum Problem der „Scherlinge“ in der Flyschzone. — Verh. Geol. B.-A., H. 2, S. 138—145, Wien 1953.
- : Ergebnisse der bisherigen Forschungen über das Molassefenster von Rogatsboden (Niederösterreich). — Jb. Geol. B.-A., 100, H. 2, S. 299—358, Wien 1957.
- : Tertiär im Nordteil der Alpen und im Alpenvorland Österreichs. — Z. deutsch. geol. Ges., 109, Jg. 1957, S. 624—637, Hannover 1958.
- : Gedanken über Flysch und Klippenzonen in Österreich anlässlich einer Exkursion in die polnischen Karpaten. — Verh. Geol. B.-A., H. 2, S. 197—213, Wien 1960.
- : Vergleichende Betrachtungen über Westkarpaten und Ostalpen im Anschluß an Exkursionen in den Westkarpaten. — Verh. Geol. B.-A., H. 1—2, S. 69—107, Wien 1965.
- : Über tektonische Bewegungen in der Flyschzone der Ostalpen. — Savez geol. drustava SFRJ, S. 47—55, Belgrad 1971.
- : Molasse Zone. — ex: Tectonics of the Carpathian Balkan regions, S. 85—90, Preßburg 1974.
- : Bemerkungen zur Paläogeographie des Eozäns im Helvetikum — Ultrahelvetikum in Ostbayern, Salzburg und Oberösterreich. — Sber. Österr. Akad. Wiss., m. n. Kl., Abt. I, 184, H. 1—5, S. 1—7, Wien 1975.
- : Rekonstruktionsversuch der alpidischen Geschichte der Ostalpen. — Nachr. dt. geol. Ges., H. 13, S. 35—36, Hannover 1975.
- : Neue Forschungsergebnisse über Bau und Stellung der Klippenzone des Lainzer Tiergartens in Wien (Österreich). — Tectonic problems of the alpine system, S. 57—68, Verl. Slowak. Akad. Wiss., Preßburg 1975.
- RENZ, H. H.: Die subalpine Molasse zwischen Aare und Rhein. — Eclogae geol. Helv., 30, S. 87—214, Basel 1937.
- RESCH, W.: Vorbericht über geologische Aufnahmen in der subalpinen Molasse zwischen Rheintal und Bregenzer Ach (Vorarlberg). — Verh. Geol. B.-A., H. 1—2, S. 128—130, Wien 1963.
- : Geologische Aufnahmen (Tertiär) auf Blatt 111, Dornbirn. — Verh. Geol. B.-A., H. 1, S. A 80 bis A 83, Wien 1975.
- : Bericht 1975 über geologische Aufnahmen im Grenzbereich Molasse — Helvetikum bei Dornbirn auf Blatt 111, Dornbirn. — Verh. Geol. B.-A., H. 1, in Druck, Wien 1976.
- RICHTER, D.: Grundriß der Geologie der Alpen. — 213 S., Verl. Gruyter, Berlin-New York 1974.
- RICHTER, M.: Die Gliederung der subalpinen Molasse. — N. Jb. Min. etc., Beilagenbd. 83, B, S. 1—45, Stuttgart 1940.
- : Der westalpine Molasseetrog. — Erdöl u. Kohle, 1, H. 12, S. 341—351, Hamburg 1948.
- : Die Molassefenster in der Flyschzone von Niederösterreich. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., Abt. B, 92, S. 31—46, Stuttgart 1950.
- : Molasse und Alpen. — Z. deutsch. geol. Ges., 102, Jg. 1950, S. 177—180, Hannover 1951.
- : Allgäuer Alpen. — Sammlung Geol. Führer, H. 45, 189 S., Verl. Bornträger, Berlin 1966.

- : Vorarlberger Alpen. — Sammlung Geol. Führer, H. 49, 169 S., Verl. Bornträger, Berlin-Stuttgart 1969.
- ROTH, Z.: The relation of the sedimentation area of the Flysch Zone of the Czechoslovak West Carpathians to the Czech Massif. — *Věstník U. U. G.*, 35, S. 383—386, Prag 1960.
- : Das geologische Profil des Karpatenrandes zwischen den mährisch-schlesischen Beskiden und der Mährischen Pforte. — *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 56, Jg. 1963, S. 503—513, Wien 1964.
- RUTSCH, R. F.: Zur Paläogeographie der subalpinen Unteren Meeresmolasse (Rupélien) der Schweiz, I. Teil. — *Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol.-Ing.*, 28, H. 74, S. 27—32, Basel 1961.
- : Zur Paläogeographie der subalpinen Unteren Meeresmolasse (Rupélien) der Schweiz, II. Teil. — *Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol.-Ing.*, 28, H. 75, S. 13—24, Basel 1962.
- RUTSCH, R. F. & SALAJ, J.: Eine Foraminiferenfauna aus dem Stratotyp des Helvétien (MAYER-EYMAR 1858). — *Eclogae geol. Helv.*, 67, H. 2, S. 431—434, Basel 1974.
- RUTSCH, R. F. & SCHLÜCHTER, C.: Stratigraphische Gliederung der Molasse im bernischen Mittelland. — *Mitt. naturf. Ges. Bern, N. F.*, 30, S. 86—90, Bern 1973.
- RUTTE, E.: Neue Befunde zu Astroblemen und Alemoniten in der Schweifregion des Rieskometen. — *Oberrhein. geol. Abh.*, 23, S. 97—126, Karlsruhe 1974.
- SAWATZKI, G. G.: Etude géologique et minéralogique des Flyschs a Grauwackes volcaniques du Synclinal de Thônes (Haute-Savoie, France). Grès de Taveyanna et grès du Val d'Illeiez. — *Arch. Sci.*, 28, H. 3, S. 265—368, Genf 1975.
- SCHAFER, F. X. & GRILL, R.: Die Molassezone. — ex: F. X. SCHAFER: Geologie von Österreich, S. 694—761, Verl. Deuticke, Wien 1951.
- SCHIEFENZ, S.: Schotteranalyse und Paläogeographie der Subalpinen Molasse Südbayerns. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 105, Jg. 1953, S. 396—401, Hannover 1955.
- : Fazies und Paläogeographie der Subalpinen Molasse zwischen Bodensee und Isar. — *Beih. Geol. Jb.*, 38, 119 S., 6 Taf., Hannover 1960.
- SCHLANKE, S.: Geologie der Subalpinen Molasse zwischen Biberbrugg SZ, Hütten ZH und Ägerisee ZG, Schweiz. — *Eclogae geol. Helv.*, 67, H. 2, S. 243—331, Basel 1974.
- SCHMIDT-THOME, P.: Paläogeographie und tektonische Strukturen im Alpenrandbereich Südbayerns. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 113, Jg. 1961, S. 231—260, Hannover 1962.
- : Der Alpenraum. — *Erläuterungen Geol. Karte von Bayern 1:500 000*, 2. Aufl., Bayer. Geol. Landesamt, München 1964.
- SCHMIDT-THOME, P. & GANSS, O.: Die Subalpine Molasse zwischen Bodensee und Salzach. — *Erläuterungen Geol. Karte der Süddeutschen Molasse 1:300 000*, S. 7—32, Bayer. Geol. Landesamt, München 1955.
- SCHREINER, A.: Erläuterungen zur Geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung 1:50 000. — 286 S., 28 Abb., 11 Taf., 5 Beil., Geol. Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart 1974.
- SCHRÖDER, B.: Saxonische Tektonik im Ostteil der Süddeutschen Scholle. — *Geol. Rdschau*, 65, H. 1, S. 34—54, Stuttgart 1976.
- SCHRÖDER, J. W. & DUCLOZ, C.: Géologie de la Molasse du Val d'Illeiez (Bas-Valais). — *Beitr. Geol. Karte Schweiz, N. F.*, 100, 43 S., 2 Taf., Bern 1955.
- SCHUPPLI, H. M.: Zur Geologie und den Erdölmöglichkeiten des Schweizer Molassebeckens. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 109, Jg. 1957, S. 599—611, Hannover 1958.
- SENES, J.: Entwicklungsphasen der Paratethys. — *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 52, Jg. 1959, S. 181—189, Wien 1960.
- SENES, J. & MARINESCU, F.: Cartes paléogéographiques du Néogène de la Paratéthys central. — *Mém. B. R. G. M.*, 78, H. 2, S. 785—792, Paris 1974.
- SMITH, A. G.: Alpine deformation and the oceanic areas of the Tethys, Mediterranean and Atlantic. — *Bull. Geol. Soc. America*, 82, H. 8, S. 2039—2070, Boulder 1971.
- SOFFEL, H.: Anticlockwise rotation of Italy between the Eocene and Miocene: paleomagnetic evidence from the Colli Euganei, Italy. — *Earth and Planetary Sci. Letters*, 17, S. 207—210, Amsterdam 1973.
- SPICHER, A.: Geologische Karte der Schweiz 1:500 000. — *Schweiz. geol. Komm.*, Bern 1972.
- : Tektonische Karte der Schweiz 1:500 000. — *Schweiz. geol. Komm.*, Bern 1972.
- STEININGER, F., PAPP, A. et al.: Excursion „A“. Marine Neogene in Austria and Czechoslovakia. — 183 S., Verl. Slowak. Akad. Wiss., Preßburg 1975.
- STEININGER, F., RÖGL, F. & MARTINI, E.: Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Paratethys (Middle Europe). — *Newsletters on Stratigr.*, in Druck, Berlin 1976.

- STEININGER, F. & SENES, J.: Miozän M1 Eggenburgien. Die Eggenburger Schichtengruppe und ihr Stratotyp. — Chronostratigraphie und Neostatotypen, 2, 827 S., Verl. Slowak. Akad. Wiss., Preßburg 1971.
- SZADECKY-KARDOSS, E.: Plattentektonik im pannonisch-karpatischen Raum. — Geol. Rdschau, 65, H. 1, S. 143—161, Stuttgart 1976.
- THIELE, O.: Zum Alter der Donaustörung. Verh. Geol. B.-A., H. 2, S. 131—133, Wien 1961.
- TOLLMANN, A.: Die Faziesverhältnisse im Mesozoikum des Molasse-Untergrundes der West- und Ostalpen und im Helvetikum der Ostalpen. — Erdöl-Z., 79, H. 2, S. 41—52, Wien-Hamburg 1963.
- : Zur alpidischen Phasengliederung in den Ostalpen. — Anz. Österr. Akad. Wiss., m. n. Kl., S. 237—246, Wien 1964.
- : Die alpidischen Gebirgsbildungsphasen in den Ostalpen und Westkarpaten. — Geotekt. Forschungen, 21, H. 1—2, 156 S., Stuttgart 1966.
- : Ein Querprofil durch den Ostrand der Alpen. — Eclogae geol. Helv., 60, H. 1, S. 109—135, Basel 1967.
- : Die paläogeographische, paläomorphologische und morphologische Entwicklung der Ostalpen. — Mitt. Österr. Geogr. Ges., 110, S. 224—244, Wien 1968.
- : Die bruchtektonische Zyklenordnung im Orogen am Beispiel der Ostalpen. — Geotekt. Forschungen, 34, S. 1—90, Stuttgart 1970.
- : Zur Frage der Geschwindigkeit des Deckenschubes. — Geol. Rdschau, 61, S. 965—974, Stuttgart 1972.
- : Karpatische Züge in Fazies und Tektonik der Ostalpen sowie Anmerkungen zur Großgliederung des Subtrikums. — Tectonic problems of the alpine system, S. 109—120, Verl. Slowak. Akad. Wiss., Preßburg 1975.
- TRAUB, F.: Beitrag zur Kenntnis der miocänen Meeresmolasse ostwärts Laufen/Salzach unter besonderer Berücksichtigung des Wachtbergkonglomerates. — N. Jb. Min. etc. Mh., Jg. 1945—1948, B, S. 53—71, S. 161—174, Stuttgart 1948.
- TRÜMPY, R.: Mesozoischer Untergrund und ältere Meeresmolasse im schweizerischen und ober-schwäbischen Molassebecken. — Erdöl-Z., 78, H. 9, S. 521—527, Wien-Hamburg 1962.
- : Die helvetischen Decken der Ostschweiz: Versuch einer palinspastischen Korrelation und Ansätze zu einer kinematischen Analyse. — Eclogae geol. Helv., 62, H. 1, S. 105—142, Basel 1969.
- : Über die Geschwindigkeit der Krustenverkürzung in den Zentralalpen. — Geol. Rdschau, 61, S. 961—964, Stuttgart 1972.
- : L'évolution de l'orogénèse dans les Alpes Centrales: Interpretation des données stratigraphiques et tectoniques. — Eclogae geol. Helv., 66, H. 1, S. 1—10, Basel 1973.
- : On crustal subduction in the Alps. — Tectonic problems of the alpine system, S. 121—130, Verl. Slowak. Akad. Wiss., Preßburg 1975.
- TRUSHEIM, F.: Diskussionsbemerkung zum Vortrag von F. ABERER: „Bau der Molassezone östlich der Salzach“. — Z. deutsch. geol. Ges., 113, Jg. 1961, S. 592—593, Hannover 1962.
- VEIT, E.: Molasse und alpin-karpatischer Überschiebungsrund in Niederösterreich und Südmähren. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 97, S. 149—188, Stuttgart 1953.
- : Der Bau der südlichen Molasse Oberbayerns auf Grund der Deutung seismischer Profile. — Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol.-Ing., 30, H. 78, S. 15—52, Basel 1963.
- VETTERS, H.: Zur Frage der Ölhöflichkeit der österreichischen Flyschzone. — Petroleum, 34, H. 6, S. 1—6, Wien 1938.
- VOLL, G.: Zur Mechanik der Molasseverformung. — Geol. Bavarica, H. 17, S. 135—143, München 1953.
- VOLLMAYR, T.: Die gefaltete Molasse zwischen Iller und Rhein. — Roemeriana, 1, S. 183—194, Clausthal-Zellerfeld 1954.
- : Der Auerberg, eine selbständige Mulde in der Allgäuer Molasse. — Z. deutsch. geol. Ges., 105, Jg. 1953, S. 530—533, Hannover 1955.
- : Vorschau auf die Exkursion in die Allgäuer Faltenmolasse am 21. Juni 1970 anlässlich der VSP-Tagung in Lindau (Bodensee). — Bull. Ver. Schweiz. Petrol. Geol.-Ing., 36, H. 90, S. 50—52, Basel 1970.
- WESSELY, G.: Rand und Untergrund des Wiener Beckens — Verbindungen und Vergleiche. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 66—67, Jg. 1973—1974, S. 265—287, Wien 1975.
- WIESENEDER, H. & SCHARBERT, S.: Ein Latit-Tuffit in der Laaer Serie („Helvet“) des Wiener Beckens. — Tschermarks Min. Petrogr. Mitt., 14, S. 159—167, Wien 1970.

- WIESENEDER, H. & ZIRKL, E. J.: Glastuffit von Linenberg bei Zistersdorf (NÖ.). — Verh. Geol. B.-A., H. 2, S. 136—145, Wien 1957.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das inneralpine Tertiär. — ex: F. X. SCHAFFER: Geologie von Österreich, S. 414—524, Verl. Deuticke, Wien 1951.
- WOLETZ, G.: Bericht aus dem Laboratorium für Sedimentpetrographie über Beobachtungen am Nordsaum der Alpen. — Verh. Geol. B.-A., H. 1, S. 111—112, Wien 1957.
- WUNDERLICH, H. G.: Orogenfront-Verlagerung in Alpen, Apennin und Dinariden und die Einwurzelung strittiger Deckenkomplexe. — Geol. en Mijnb., 46, H. 2, S. 40—60, 's-Gravenhage 1967.
- ZEIL, W.: Beiträge zur Kenntnis der Deutenhausener Schichten (Subalpine Molasse Oberbayerns). — Geol. Bavarica, H. 17, S. 101—112, München 1953.
- : Geologie der Alpenrandzone bei Murnau in Oberbayern. — Geol. Bavarica, H. 20, 85 S., 9 Taf., München 1954.
- : Zur Frage der Faltungszeiten in den deutschen Alpen. — Z. deutsch. geol. Ges., 113, Jg. 1961, S. 359—366, Hannover 1962.
- ZÖBELEIN, H. K.: Die Bunte Molasse bei Rottenbuch (Obb.) und ihre Stellung in der Subalpinen Molasse. — Geol. Bavarica, H. 12, S. 1—86, München 1952.
- : Über Alttertiär-Gerölle aus der subalpinen Molasse des westlichen Oberbayerns und der inneralpinen Molasse (Angerbergsschichten) des Tiroler Unterinntales (Vorläufige Mitteilung). — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., Jg. 1955, S. 342—348, Stuttgart 1956.

Manuskript eingereicht im Juni 1976

DIE NÖRDLICHE MOLASSE UND IHR RAHMEN ZWISCHEN RHONE UND MARCH

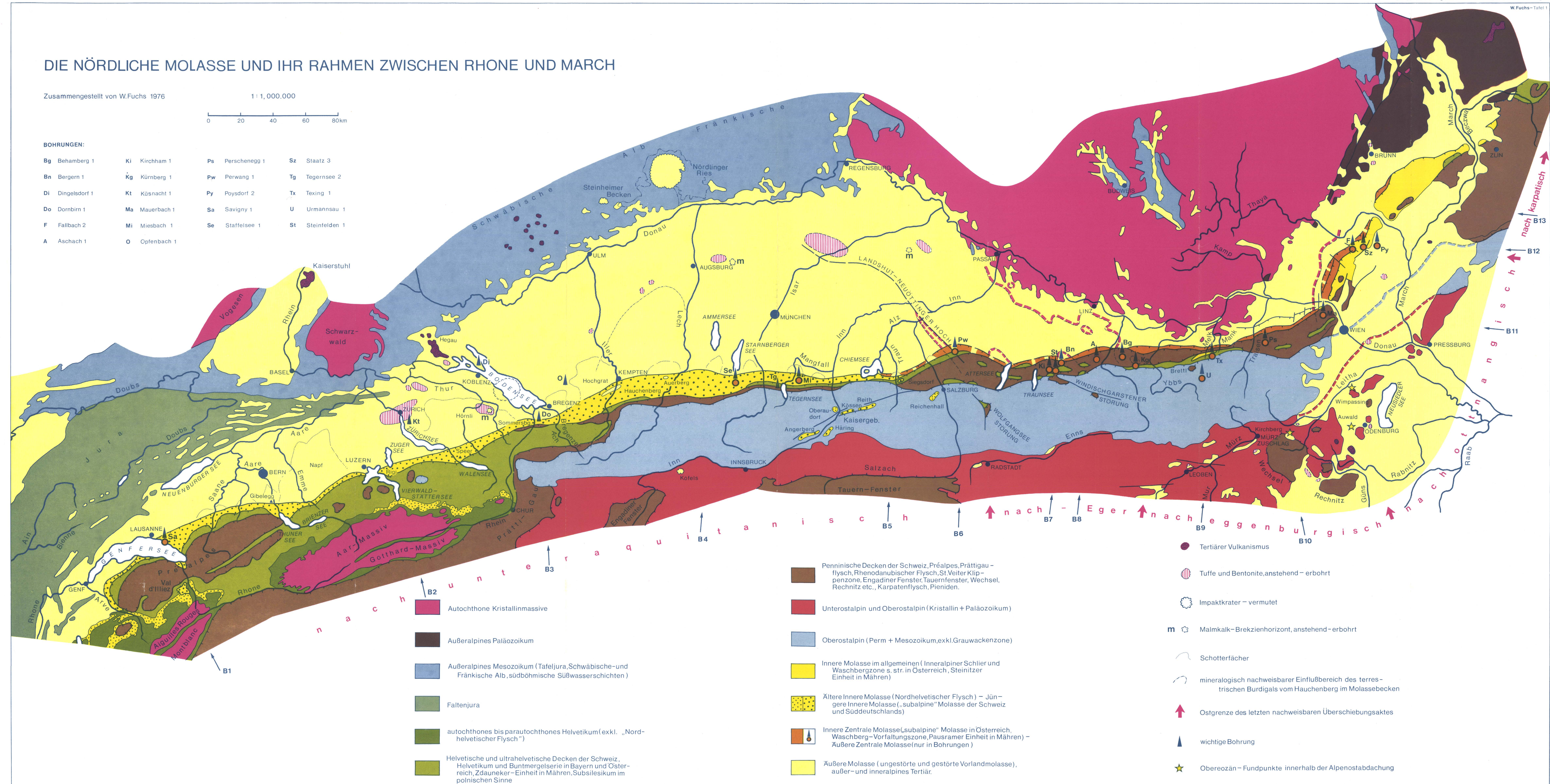
Zusammengestellt von W. Fuchs 1976

1 : 1,000,000



BOHRUNGEN:

Bg	Behamberg 1	Ki	Kirchham 1	Ps	Perschenegg 1	Sz	Staatz 3
Bn	Bergern 1	Kg	Kürnberg 1	Pw	Perwang 1	Tg	Tegernsee 2
Di	Dingelsdorf 1	Kt	Kösnacht 1	Py	Pöysdorf 2	Tx	Texing 1
Do	Dornbirn 1	Ma	Mauerbach 1	Sa	Savigny 1	U	Urmannsau 1
F	Fallbach 2	Mi	Miesbach 1	Se	Staffelsee 1	St	Steinfeld 1
A	Aschach 1	O	Opfenbach 1				



B2

Außeralpines Paläozoikum

Außeralpines Mesozoikum (Tafeljura, Schwäbische- und Fränkische Alb, südböhmische Süßwasserschichten)

Faltenjura

autochthones bis parautochthones Helvetikum (exkl. „Nordhelvetischer Flysch“)

Helvetische und ultrahelvetische Decken der Schweiz, Helvetikum und Buntmergelserie in Bayern und Österreich, Zdauner-Einheit in Mähren, Subsilesikum im polnischen Sinne

Penninische Decken der Schweiz, Préalpes, Prättigau-flysch, Rhenodanubischer Flysch, St. Veiter Klippenzone, Engadiner Fenster, Tauernfenster, Wechsel, Rechnitz etc., Karpatenflysch, Pieniden.

Unterostalpin und Oberostalpin (Kristallin + Paläozoikum)

Oberostalpin (Perm + Mesozoikum, exkl. Grauwackenzone)

Innere Molasse im allgemeinen (Inneralpiner Schlier und Waschbergzone s. str. in Österreich, Steinitzer Einheit in Mähren)

Ältere Innere Molasse (Nordhelvetischer Flysch) – Jüngere Innere Molasse („subalpine“ Molasse der Schweiz und Süddeutschlands)

Innere Zentrale Molasse („subalpine“ Molasse in Österreich, Waschberg-Vorfallungszone, Pausramer Einheit in Mähren) – Äußere Zentrale Molasse (nur in Bohrungen)

Äußere Molasse (ungestörte und gestörte Vorlandmolasse), außer- und inneralpines Tertiär.

Tertiärer Vulkanismus

Tuffe und Bentonite, anstehend – erbohrt

Impaktkrater – vermutet

m Malmkalk-Brekzienhorizont, anstehend – erbohrt

Schotterfächer

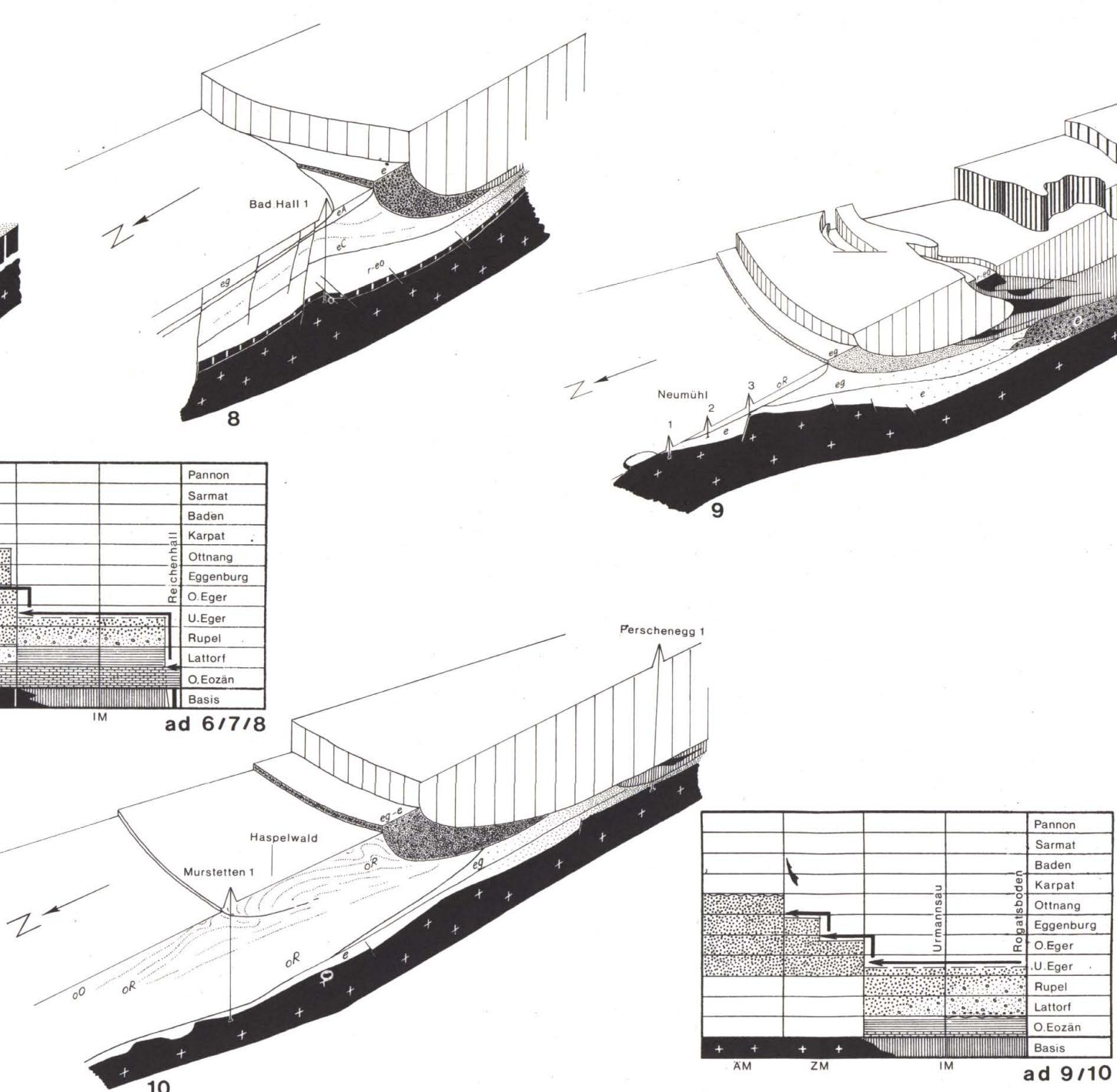
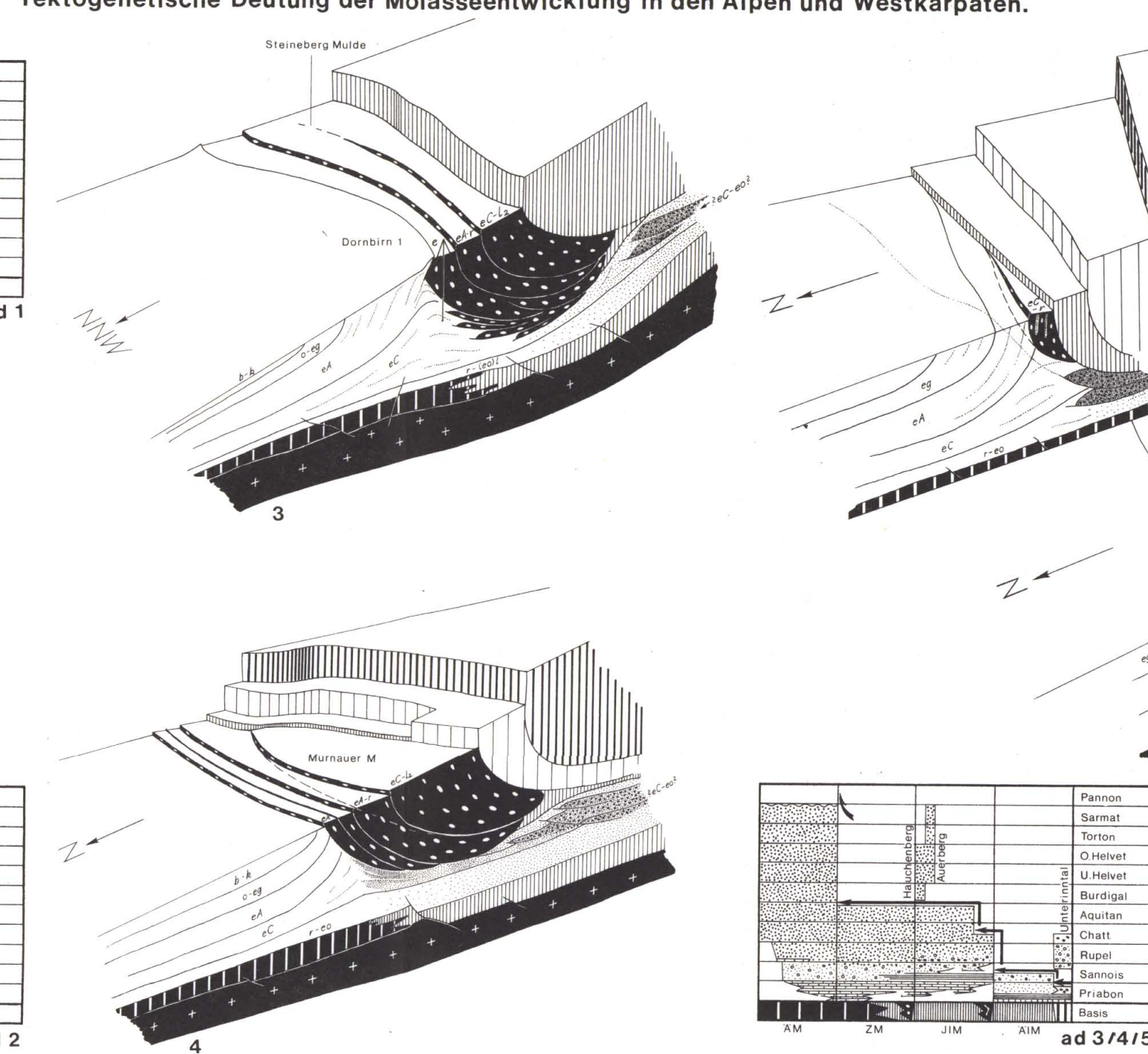
mineralogisch nachweisbarer Einflußbereich des terrestrischen Burdigals vom Hauchenberg im Molassebecken

Ostgrenze des letzten nachweisbaren Überschiebungsaktes

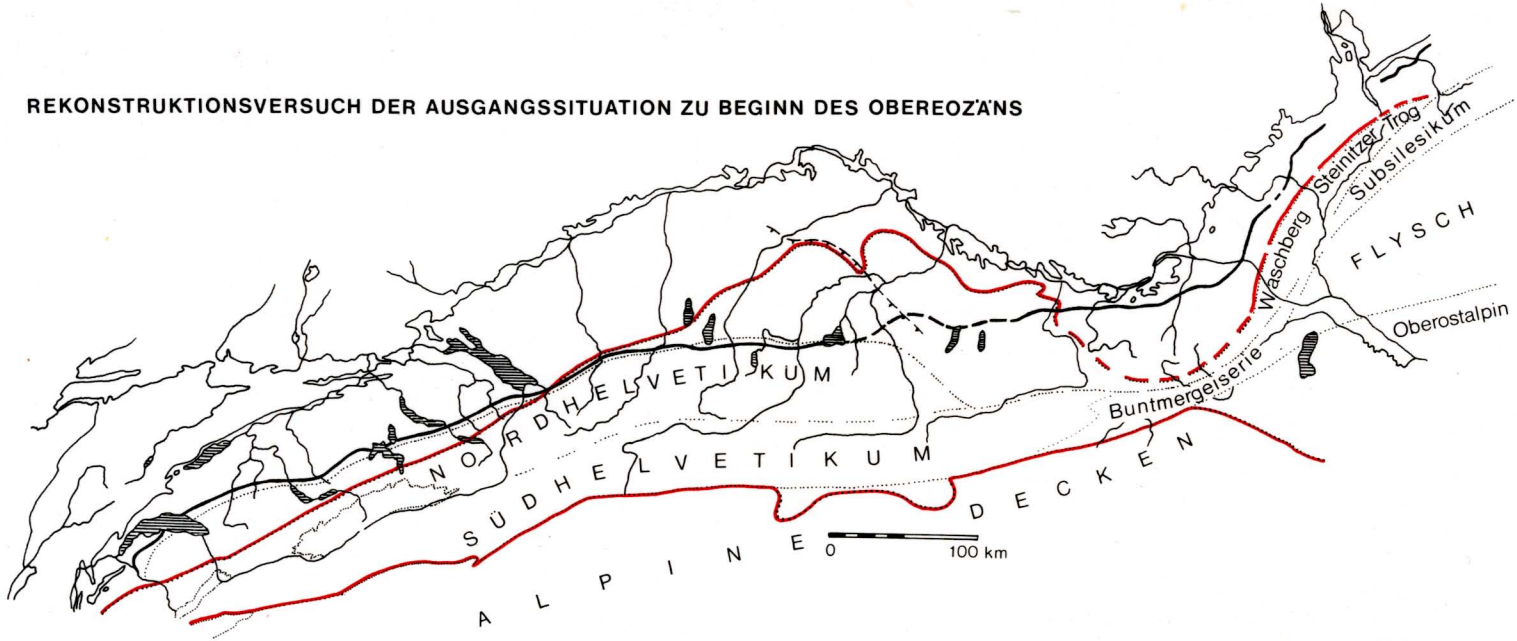
wichtige Bohrung

Obereozän – Fundpunkte innerhalb der Alpenostabdachung

Tektogenetische Deutung der Molasseentwicklung in den Alpen und Westkarpaten.



REKONSTRUKTIONSVERSUCH DER AUSGANGSSITUATION ZU BEGINN DES OBEREOZÄNS



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: [119](#)

Autor(en)/Author(s): Fuchs Werner

Artikel/Article: [Gedanken zur Tektogenese der nördlichen Molasse zwischen Rhone und March 207-249](#)