

**Zeitschrift:** Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure  
**Band:** 39 (1972-1973)  
**Heft:** 95

**Artikel:** Die Lagerung der jüngsten Molasse im nördlichen Alpenvorland  
**Autor:** Lemcke, Kurt  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-198497>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.11.2024

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

## Die Lagerung der jüngsten Molasse im nördlichen Alpenvorland\*

Mit 7 Figuren im Text

Von KURT LEMCKE<sup>1)</sup>

### Zusammenfassung

Eine nach den Ergebnissen von über 300 Tiefbohrungen entworfene Streichlinienkarte auf die Oberkante der Oberen Meeresmolasse (OMM) gibt die Lagerung der jüngsten Molasse im ungefalteten Bereich wieder. Zwei grosse Einmündungen beherrschen hier das regionale Bild: Die eine, in Niederbayern, streicht entlang dem Bayerischen Wald nach SE und hebt dorthin aus. Sie ist ein Teil des schon im Lias angelegten «Ostbayerischen Randtroges» und besitzt dementsprechend Trogcharakter. Die andere streicht von Bern bis zur Salzach etwa parallel zum Alpenrand und hebt nach SW und E aus. Sie ist durch seitliche Einengung von den Alpen her entstanden und somit eine echte Mulde; ihre Achse ist die heutige Beckenachse.

Beim Rückzug des OMM-Meeres zur NE-Schweiz bleibt im niederbayerischen Trog ein aussüssender Meeresrest erhalten, der die Oncophora-Schichten hinterlässt. In das Gebiet zwischen Lech und Salzach kehrt das Meer aus der NE-Schweiz via Graupensandrinne noch einmal transgressiv zurück und süsst dort ebenfalls aus (Kirchberger Schichten).

Der niederbayerische Trog ist älter als die alpenparallele Mulde. Deren südwestlicher Muldenschluss ist im wesentlichen erst nach der oberen Süswassermolasse herausgehoben worden, und zwar um ca. 2000 m; ihre Einengung quer zum Streichen dauerte vom Oberhelvet ebenfalls bis in nachpontische Zeit. Die zugehörigen Schubspannungen sind noch heute nachweisbar.

### Summary

A subsurface contour map of the top of the Upper Marine Molasse, based on the results of more than 300 deep wells, shows the structural position of the latest molasse in the non folded area. Here, two large synclines are dominant: One, in Lower Bavaria, strikes from Regensburg along the Bavarian Forest to the SE and rises there. It is part of the East Bavarian Marginal Deep, already established in the Lias, and hence has the nature of a subsidence trough. The other strikes from Bern to the Salzach river, nearly parallel to the Alps, and rises to the SW and E. It is caused by lateral compression from the Alps and consequently is a true syncline; its axis is that of the present Molasse Basin.

As the sea of the Upper Marine Molasse retreated to NE-Switzerland, a freshening rest sea remained in the Lower Bavarian trough (Oncophora beds). In the area between the Lech and Salzach rivers the sea returned from NE-Switzerland via «Graupensandrinne» by marine invasion, freshening there, too (Kirchberg beds).

The Lower Bavarian trough is older than the syncline parallel to the Alps. The SW-end of the syncline was elevated for abt. 2000 m mainly after the Upper Freshwater Molasse; its shortening across the general trend lasted from the Upper Helvetian also to the postpontic time. The inherent stress is still evident today.

\* Nach einem Vortrag, gehalten auf der 39. Jahresversammlung der VSP in Bern am 17. Juni 1972.

<sup>1)</sup> Anschrift: Dr. K. Lemcke (Gew. Brigitta u. Elwerath Betriebsführungsgesellschaft mbH Hannover), D-8000 München 60, Fritz-Reuter-Str. 19a.

## 1. Einleitung

In der Schichtenfolge der Molasse des nördlichen Alpenvorlandes ist die ins obere Helvet zu stellende Oberkante der Oberen Meeresmolasse (OMM) der höchste und am weitesten verbreitete, zudem auch fast stets besonders gut erkennbare Leithorizont. Alle übrigen Schichtgrenzen in der Molasse sind entweder undeutlicher oder umstrittener oder nicht überall vorhanden, so dass erst die Tertiärbasis die nächst tiefere Bezugsfläche gleich guter Qualität bildet. Eine Streichlinienkartierung der OMM-Oberkante – unter Verzicht auf Einzelheiten – eignet sich daher hervorragend dazu, die Lagerung der jüngsten Molasse im ganzen ungefalteten Bereich darzustellen. Hierbei soll nicht verschwiegen werden, dass der kartierte Horizont nicht ganz isochron ist. So hat z. B. die OMM im Bereich der Albsteinverbreitung (LEMCKE u. v. ENGELHARDT & FÜCHTBAUER 1953, S. 39ff), also in weiten Gebieten zwischen Bodensee und Lech, zeitweise frei gelegen (RUTTE 1955, S. 381; NÄGELE 1962, S. 101, 111), so dass man dort nicht mehr genau ihre ursprüngliche Oberkante erwarten kann. Auch ausserhalb der Albsteinregion gibt es in Ostbayern im gleichen Niveau Anzeichen für Schichtlücken (PAULUS 1964, S. 36), Ausräumungen (Fussnote 3, S. 32) und transgressive Lagerung des Hangenden (ABERER 1958, S. 68/69). Andererseits zählen in der Nordostschweiz zur OMM auch die Ablagerungen jenes Meeres, in das die Graupensandrinne einmündete und das also altersmässig der Süssbrackwassermolasse<sup>2)</sup> entspricht (KIDERLEN 1931, Abb. 10 u. 12; BÜCHI, WIENER & HOFMANN 1965, S. 92/93). In Alpenrandnähe schliesslich wird die Lage der Mariner Oberkante im Profil stellenweise sehr durch die vom damaligen Südrand des Beckens ausstrahlenden fluvioterrestrischen Schuttfächer beeinflusst (z. B. BÜCHI 1950, Taf. «Längsprofil»). Dies alles lässt sich zahlenmässig kaum erfassen; es macht zudem bei einer regionalen Darstellung von Bern bis Passau mit Streichlinienabständen von 50 oder 100 m so wenig aus, dass man es vernachlässigen kann.

Der Verfasser dankt der Deutschen Schachtbau- und Tiefbohr GmbH, der Deutschen Texaco AG, der Gew. Brigitta u. Elwerath Betriebsführungsges. mbH, der Internationalen Tiefbohr KG ITAG, der Mobil Oil AG, der Preussag AG und der Wintershall AG verbindlichst für die Erlaubnis, ihre noch unveröffentlichten Bohrdaten für den Entwurf der Streichlinienkarte auf die OMM-Oberkante (Fig. 1) verwenden zu dürfen. Infolge dieses grossen Entgegenkommens stützt sich die Karte auf Bohrungsunterlagen aus über 300 Tiefbohrungen.

## 2. Der Muldenbau in der Ungefalteten Molasse

### 2.1 Die niederbayerische Grossmulde

Im Streichlinienbild der OMM-Oberkante (Fig. 1) ist in Niederbayern-Oberösterreich nordöstlich des Landshut-Neuöttinger Abbruchs (HEERMANN 1955, S. 70/71), den man als südwestliche Schollenkante einer nach SW aufgekippten Vorstaffel des Bayerischen Waldes ansehen kann (Fig. 2; OSCHMANN 1963, Fig. 8; GRIMM 1965, S. 72) eine langgestreckte, SE–NW streichende, flache Einmündung erkennbar. Sie verläuft annähernd parallel zum Bayerischen Wald, an dessen südwestlicher Randstörung die kleine, wohl

<sup>2)</sup> Man sollte diese seit fast 20 Jahren weithin gebrauchte Bezeichnung, die dem mehrfachen Wechsel von süssem und brackischem Milieu zwischen OMM und Oberer Süsswassermolasse im ganzen Becken als Oberbegriff gerecht zu werden versucht, nicht ohne zwingenden Grund aufgeben. Die dafür von SCHLICKUM & STRAUCH (1968, S. 336) angeführten Argumente können kaum überzeugen, da das nomenklatorische Weglassen des für diesen Bereich durchaus charakteristischen Süsswasseranteils keinen ersichtlichen Vorteil bringt. – Besonders unglücklich ist die Verwendung der Abkürzung «OBM» für «Obere Brackwassermolasse» (STRAUCH 1971, S. 584), da sie seit langem für die Obere Bunte Molasse des subalpinen Bereichs (etwa Aquitan) gebräuchlich ist.

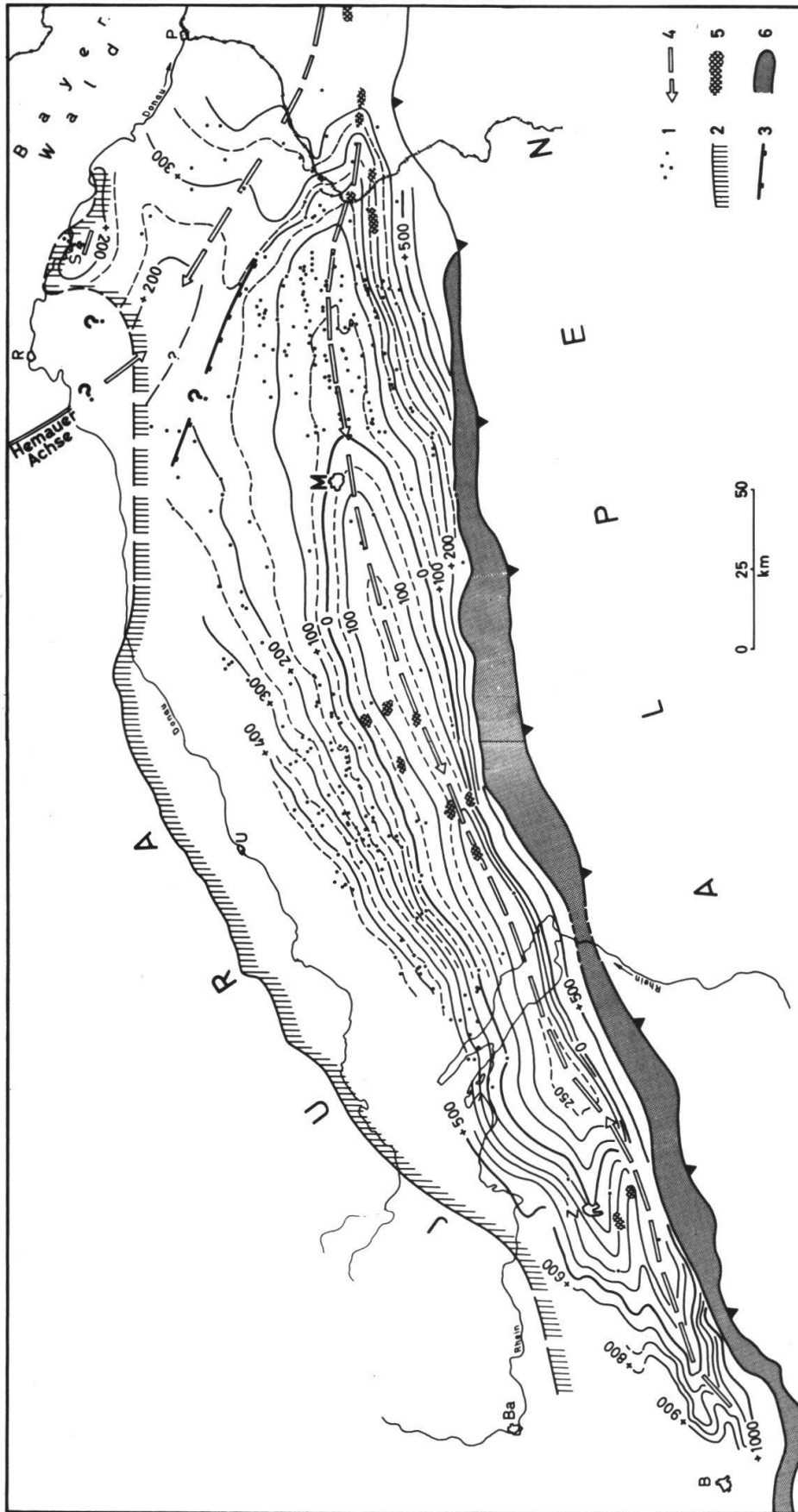


Fig. 1: Streichlinien auf die Oberkante der Oberen Meeresmolasse (m unter/über NN) nach Bohrungen und Oberflächengeologie. - 1 = Tiefbohrungen; 2 = Klifflinie der OMM; 3 = Landshut-Neuöttinger Abbruch; 4 = Achsen der beiden Grossmulden, jeweils in Pfeilrichtung abtauchend; 5 = grössere Braunkohlevorkommen in der Oberen Süsswassermolasse; 6 = Faltenmolasse. B = Bern, Ba = Basel, M = München, P = Passau, R = Regensburg, S = Straubing, U = Ulm, Z = Zürich.

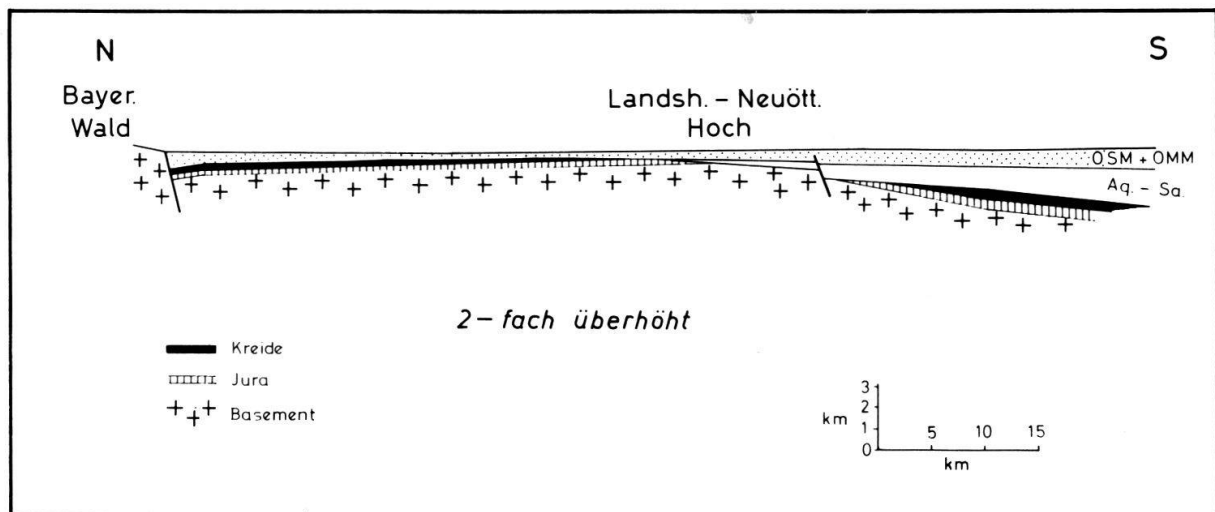


Fig. 2: Profilschnitt durch das Landshut-Neuöttinger Hoch (etwa auf der Linie Straubing-Ampfing). – Aq. = Aquitan, Sa. = Sannois.

auf lokaler Tektonik beruhende Spezielsenke von Straubing liegt; ihr Tiefstes ist mit ca. +200 m NN etwa 40–50 km südöstlich Regensburg zu vermuten. Ihre Achse hebt sich – entsprechend der strukturellen Gesamtsituation – von hier aus wohl nach NW zum Rand des Molassebeckens heraus und findet dort vielleicht Anschluss an die «Hemauer Achse» der Frankenalb (v. FREYBERG 1969, Taf. 6 u. 7). Weit besser belegbar ist das axiale Ausheben nach SE. In dieser Richtung kommen in Oberösterreich südl. Passau (Raum Treubach – Ried – Utzenaich) immer ältere Helvethorizonte zu Tage, die nach der Flächensignatur einer geologischen Schwarz-Weiss-Karte von ABERER (1958, Tafel) umlaufendes Streichen besitzen und damit hier den Muldenschluss markieren (Fig. 5, S. 35).

Die Einmuldung als Ganzes wird man als das südöstliche Teilstück des «Ostbayerischen Randtroges» (VOIGT 1963, S. 409; früher: «Ostbayerische Randsenke», VOIGT 1954, S. 35) betrachten dürfen, der als hier schon im Lias (LEMCKE 1970, S. 28) angelegtes, regional bedeutsames Strukturelement Mesoeuropas den SW-Rand der Böhmisches Masse von Nordfranken bis Oberösterreich begleitet.

## 2.2 Die alpenparallele Grossmulde

Im grössten Teil des Beckens bilden die Streichlinien der OMM-Oberkante heute eine grosszügige, asymmetrische Grossmulde ab, die über fast 450 km annähernd parallel zum Alpenrand streicht und deren Tiefstes mit etwa 2–300 m unter NN wohl südwestlich des Bodensees liegt (BÜCHI et al. 1965, S. 104; LEMCKE, BÜCHI, WIENER 1968, S. 29). Von da aus hebt sich ihre Achse, die heutige Beckenachse, nach SW bis in die Gegend von Bern um ca. 12–1300 m, nach E bis zur Salzach um ca. 700 m heraus. Der nördliche Muldenflügel ist nur schwach nach S geneigt, besonders etwa zwischen Lech und Isar, und wird im Nordosten vom Landshut-Neuöttinger Abbruch abgeschnitten<sup>3)</sup>. Der südliche Flügel ist steiler und grenzt im Süden unter rasch zunehmender Verstei-

<sup>3)</sup> Der sonst überall nach SW abschiebende Abbruch würde ganz im Norden (Bohrungsreihe Freising CF 1001–1004, Erl. geol. Übersichtskte. Südd. Molasse 1955, S. 92/93), betrachtet man nur die Meereshöhen der OMM-Oberkante, seinen Verwerfungssinn umkehren. Dies hängt aber, worauf mich Herr Dr. BROCKERT (Mobil Oil AG) auf Grund mikropaläontologischer Befunde freundlicherweise aufmerksam machte, offenbar mit einem hier besonders kräftigen Ausräumungsrelief der OMM-Oberfläche zusammen (vgl. S. 30) und kann daher vernachlässigt werden.

lung an den Nordrand der Faltenmolasse, an dem er zwischen Iller und Isar bis zur Saigerstellung aufgerichtet oder gar überkippt sein kann (auf der Karte aus zeichentechnischen Gründen nicht dargestellt). Dies deutet schon für sich allein darauf hin, dass bei der Entstehung der Mulde horizontale *Einengung* eine grosse Rolle gespielt hat. Es fragt sich daher, ob man die bisherige Auffassung noch aufrecht erhalten kann, die diese Grossform als Endstadium einer  $\pm$ kontinuierlichen Trogwanderung aus dem Alpenraum ins Vorland betrachten möchte (SCHMIDT-THOMÉ 1962, S. 240/241).

Hierfür ist ein Vergleich der Trogachsen der älteren Molassestufen, die als Achsen grösster Sedimentmächtigkeit und damit stärkster Einsenkung auf vertikale Krustenbewegungen zurückgehen, mit der Muldenachse sehr instruktiv (Fig. 3). Die Trogachsen

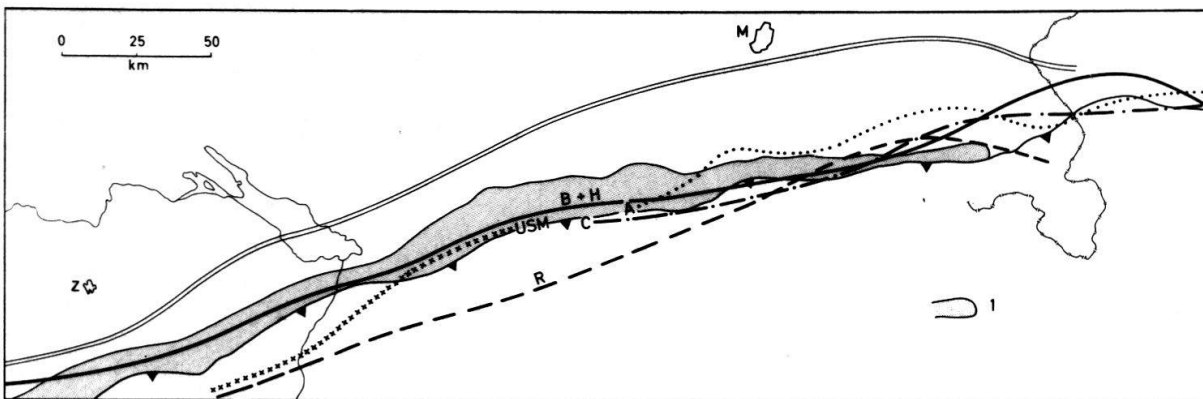


Fig. 3: Trogachsen und Muldenachse. – Trogachsen: R = im Rupel, C = im Chatt, A = im Aquitan, USM = in der nicht genau in Chatt und Aquitan unterteilbaren Unteren Süsswassermolasse, B + H = im Burdigal + Helvet. Doppellinie = Muldenachse der OMM-Oberkante. 1 = Faltenmolasse. M = München.

vom Rupel bis zum Helvet sind zwischen der Ostschweiz und SE-Bayern im Bereich der heutigen Kalkalpen oder der Faltenmolasse zu vermuten (RUTSCH 1961, S. 29/30; OSCHMANN 1963, Fig. 13–15; BÜCHI et al. 1965, Fig. 3 u. 4) und scheinen dort ziemlich nah beieinander gelegen zu haben. Die Muldenachse hingegen verläuft weit draussen im Vorland und hat auch von der zeitlich nächsten Trogachse des Burdigal + Helvet Abstände bis fast 40 km, so dass, träge die bisherige Vorstellung zu, der Trog zu ihr hin sehr plötzlich und mit kaum vorstellbarer Geschwindigkeit gewandert sein müsste. Ausserdem werden heute die grössten erhaltenen Mächtigkeiten der Oberen Süsswassermolasse nicht in der Muldenachse selbst, sondern wiederum südlich von ihr, am Alpenrand des Allgäu, beobachtet (Fig. 4). So kann man die obige Frage wohl mit einigem Recht dahin beantworten, dass die Mulde mit epirogener Trogwanderung *wenig* zu tun hat. Sie ist offenbar auf Einengung zurückzuführen, die mit der alpinen Orogenese zusammenhängen dürfte (vgl. hierzu EBERL 1930, S. 333; LEMCKE 1970, S. 33).

### 3. Die Datierung der jungen Regionaltektonik im Molassebecken

Für die zeitliche Analyse der Vorgänge, die nach Ablagerung der OMM mit der Entstehung der beiden heutigen Grossmulden teils ursächlich, teils nur begleitend verbunden waren, empfiehlt es sich, zunächst die Muldenschlüsse im E und SW gesondert zu betrachten. Dabei ist eine Diskussion auch paläogeographischer Fragen unerlässlich, die z. T. eine Revision überkommener Vorstellungen nahelegt.

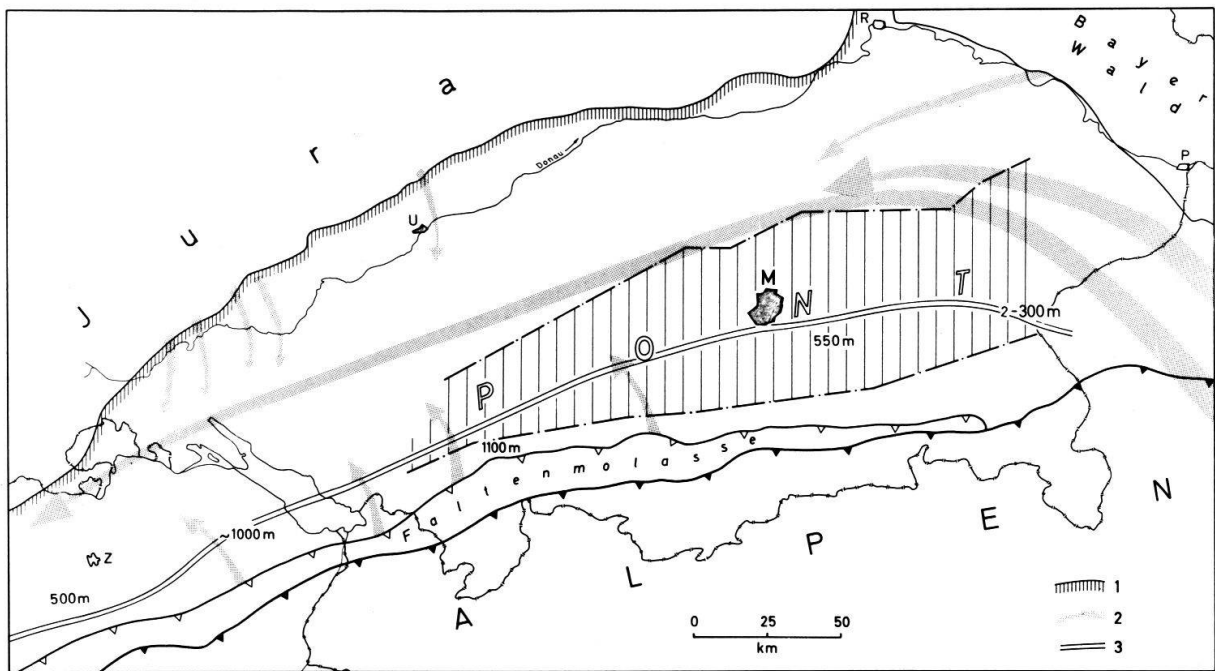


Fig. 4: Einige geologische Daten der Oberen Süßwassermolasse. – 1 = ungefährender N- und NW-Rand der OSM; 2 = Transportrichtungen in der OSM; 3 = heutige Beckenachse (= Muldenachse der OMM-Oberkante). 1100 m = Erhaltene Mächtigkeit von SBM + OSM + Quartär. M = München, P = Passau, R = Regensburg, U = Ulm, Z = Zürich.

### 3.1 Die Muldenschlüsse im Osten

Eine wichtige Information zum tektonischen Geschehen liefert bereits eine Karte der erhaltenen Mächtigkeiten aller Schichten oberhalb der OMM-Oberkante (Fig. 4), also von Süßbrackwassermolasse (SBM, im wesentlichen Oberhelvet) + Oberer Süßwassermolasse (OSM, Torton bis Pont), die man wegen unsicherer Grenzziehung hier besser zusammenfasst, sowie des – mächtigkeitsmässig kaum ins Gewicht fallenden – Quartärs. Ausser diesen Angaben ist auf der Karte auch die heutige Verbreitung des Pont (nach Säugetieren) eingetragen, das entsprechend der Muldenform etwa in der Beckenmitte liegt (Geol. Übersichtskte. Südd. Molasse 1955). Während nun die grössten erhaltenen Mächtigkeiten im Allgäu *ohne* pontischen Anteil ca. 1100 m betragen, liegen sie in Ostbayern in der Nähe der Salzach *mit* pontischem Anteil bei nur 2–300 m. Von hier aus nach E greift die ganze Serie mit immer jüngeren Stufen transgressiv bzw. quasitransgressiv auf ein OMM-Relief über, im oberösterreichischen Hausruck schliesslich nur noch mit Pont (ABERER 1958, S. 68 u. 81).

Dies weist auf frühzeitige Herausbildung und langdauernde Wirksamkeit einer Schwellenregion im Osten hin, deren Kern auch in der Tat im heutigen Kartenbild in dem Ausstreichen von Burdigal zwischen der Enns und St. Pölten innerhalb einer Helvet-Umgebung (BRAUMÜLLER 1961, Taf. 2; JANOSCHEK 1964, S. 336; GRILL 1968, Taf. 1) klar herauskommt (Fig. 5). Mit ihrer Entstehung gewinnt die ins Molassebecken hineinragende Südspitze der Böhmisches Masse einen Einfluss auf das paläogeographische Geschehen, wie sie ihn in der ganzen vorausgegangenen Molassezeit nie gehabt hat. Die erste Folge ist die Unterbrechung der Meeresverbindung zwischen Niederösterreich und Oberösterreich/Ostbayern, mit der zugleich die Obere Meeresmolasse des deutschen Alpenvorlandes endigt. Im Osten zieht sich das Meer nach Niederösterreich ins ausser-

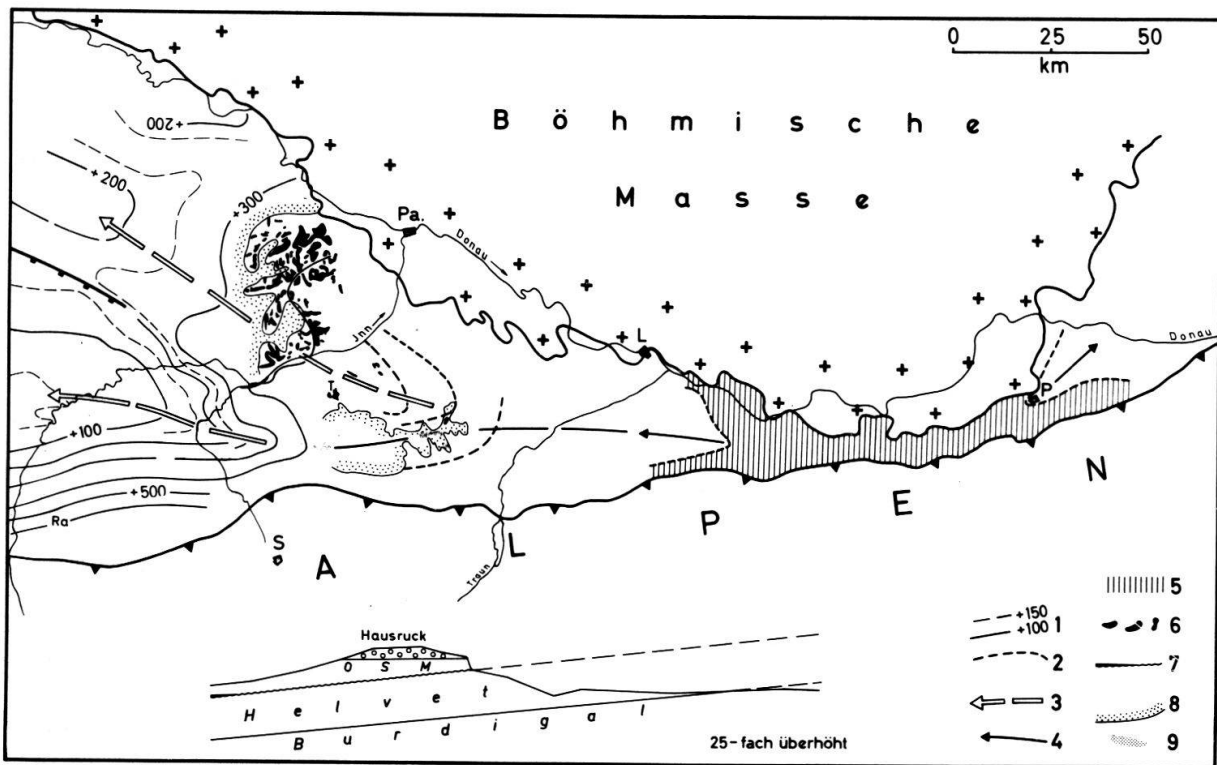


Fig. 5: Die Muldenschlüsse im Osten. – 1 = Streichlinien auf die OMM-Oberkante (m über NN); 2 = Streichlinien tieferer Helvethorizonte; 3 = Mulden- (bzw. Trog-) Achse im Niveau der OMM-Oberkante, in Pfeilrichtung abtauchend; 4 = Muldenachse in der OSM und im älteren Helvet, in Pfeilrichtung abtauchend; 5 = ausstreichendes Burdigal zwischen der Enns und St. Pölten; 6 = anstehende Oncophoraschichten; 7 = transgredierende Kirchberger Schichten (im Profilschnitt ganz links); 8 = heutiger Erosionsrand der OSM; 9 = grössere Braunkohlevorkommen in der OSM. L = Linz, Ra = Ratzinger Höhe, P = St. Pölten, Pa = Passau, S = Salzburg, T = Treubach.

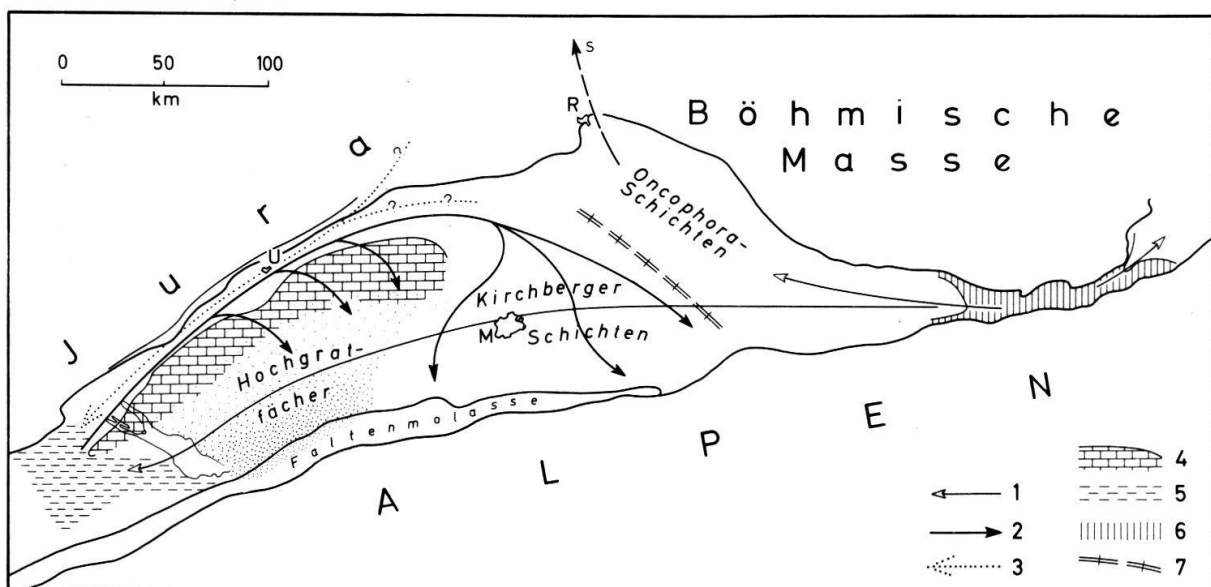


Fig. 6: Zur Paläogeographie der Süssbrackwassermolasse. – 1 = Regression; 2 = Transgression; 3 = fluviatiler Transport in der Graupensandrinne; 4 = Albsteinschwelle; 5 = Meer in der NE-Schweiz; 6 = Kulmination Enns–St. Pölten; 7 = Landshut-Neuöttinger Hoch. M = München, R = Regensburg, S = Schwandorf, U = Ulm.



und inneralpine Wiener Becken zurück (Fig. 6). Im Westen erfolgt zunächst eine weite Regression bis in die Nordostschweiz. Dabei bleibt nur in Niederbayern ein kleiner Meeresrest erhalten, der rasch aussüsst und die brackischen *Oncophoraschichten* s. str. (SCHLICKUM 1971, S. 569ff) hinterlässt, die meist ohne nennenswerten Hiatus aus der OMM hervorgehen (WITTMANN 1957, S. 83; MAYR 1957, S. 320; GRIMM 1963, S. 225). Sie sind beschränkt auf die niederbayerische Grossmulde (S. 30), deren Charakter als Senkungstrog nicht nur durch die Erhaltung dieses Restmeeres als solche und die rel. grosse Mächtigkeit der hier abgelagerten Aussüsungssedimente (>85 m n. MAYR 1957, S. 320ff) betont wird. Auch das transgressive Übergreifen wohl etwas höherer Horizonte dieser Schichtenfolge aus dem mutmasslichen Trogtiefsten zwischen Rott und Inn (WITTMANN 1957, S. 84 u. Taf. 2; GRIMM 1963, S. 225) nach SE über schwach eingemuldete OMM der Trogachse bei Treubach-Gurten/Oberösterreich (S. 32; ABERER 1958, S. 69) deutet auf solche Senkungstendenzen, ebenso wie der vor kurzem beschriebene Brackwasservorstoss aus dem Bereich der *Oncophoraschichten* in die Kohlen-sümpfe von Schwandorf nördl. Regensburg (SALGER 1972, S. 4).

Im Gebiet der späteren alpenparallelen Hauptmulde kommt es zwischen Bodensee und Lech nach dem Rückzug des OMM-Meeres auf der trocken gefallenen Oberfläche der Oberen Meeresmolasse zunächst zur Bildung einer weitflächigen, mehr oder minder zusammenhängenden Decke von exsudativen Krustenkalken («Albstein», LEMCKE u. v. ENGELHARDT & FÜCHTBAUER 1953, S. 31ff, 39ff; NÄGELE 1962, Abb. 1). Man kann sie vielleicht als Hinweis auf eine letzte Hebungsaktivität des Rheinischen Schildes betrachten, der sich von da ab dann nicht mehr in der Molassesedimentation bemerkbar macht (LEMCKE 1970, S. 32/33). Die Albsteinkruste wird schon frühzeitig – von S nach N fortschreitend – von den fluvioterrestrischen Ablagerungen des vom Hochgratgebiet des Allgäu ausstrahlenden Schuttfächers zugedeckt, doch bleibt ein nördlicher Streifen als «Albsteinschwelle» frei von ihnen (LEMCKE et al. 1953, S. 40/41). Sie bildet den SE-Rand der von KIDERLEN (1931, S. 282ff) eingehend beschriebenen fluvialen Graupensandrinne, in der u. a. Material aus Franken und der Böhmisches Masse nach SW bis zu ihrer Einmündung in das in der Nordostschweiz weiterhin bestehende OMM-See transportiert wird. – Östlich des Lech scheint zur selben Zeit weithin schwache, flächenhafte Abtragung geherrscht zu haben, vielleicht mit einem flachen Entwässerungsnetz – nördlich an der «Albsteinschwelle» vorbei – zur Graupensandrinne hin (vgl. die Angaben über Schichtlücken usw. an der OMM-Oberkante auf S. 30 und in Fussnote 3).

In dieses Gebiet nun kehrt das Meer aus der Nordostschweiz im Zuge der fortschreitenden regionalen Absenkung des Gesamtbeckens noch einmal zurück, offenbar durch Ingression in die Graupensandrinne und ihre östlichen Nebenflüsse und von da aus in weitflächiger Transgression nach E und SE, mit kleineren, wenig weit reichenden Vorstössen auch nach S über die «Albsteinschwelle» in das Gebiet des Hochgratfächers hinein (Fig. 6; LEMCKE et al. 1953, S. 43, Abb. 8). Das eingedrungene Meer süsst rasch aus und hinterlässt die brackischen *Kirchberger* Schichten, die vor kurzem von SCHLICKUM (1971, S. 571) bis zum Chiemsee und zur Salzach nachgewiesen werden konnten.

Die Vorstellung einer Transgression von SW her steht zwar im Gegensatz zu der Auffassung von KIDERLEN (1931, S. 329), der – freilich mehr als Erwägung – noch an eine marine Ingression in die Graupensandrinne auch aus Ostbayern dachte. Sie wird aber u. a. bereits durch eine in der Rinne vom Bodensee bis nördlich Biberach ausspitzende Zunge alpiner Gerölle (HAUS 1951, S. 60) nahegelegt, die die von KIDERLEN (l. c.) bezweifelte Verbindung vom Mündungstrichter im SW zu dem klassischen Gebiet der *Kirchberger* Schichten bei Ulm sichtbar macht. Ausserdem ist transgressive Lagerung der *Kirchberger* Schichten bei Freising (Fussnote 3, S. 32) und bei Trimmelmkam a. d.

Salzach (ABERER 1958, S. 68) sogar direkt erkennbar. Indirekt deutet auf sie ferner die fast überall auch östlich des Hochgratfächers (östlich des Lech) ausgezeichnete Erkennbarkeit der OMM-Oberkante in den elektr. Bohrlochdiagrammen bzw. die Schärfe und Abruptheit dieser Grenze, die kaum an allmählichen Übergang von mariner zu brackischer Fazies wie im Zentrum des niederbayerischen Teilbeckens (S. 36) denken lässt. Mit dieser Konzeption wird schliesslich auch das neuerdings erkannte Nebeneinander – oder hiernach wohl eher (? z. T.) Nacheinander (vgl. SCHLICKUM 1971, S. 573) – der beiden Brackwasserbecken der Oncophora- und Kirchberger Schichten besser verständlich (SCHLICKUM & STRAUCH 1968, S. 380; SCHLICKUM 1971; STRAUCH 1971), die in der Tat durch das Landshut-Neuöttinger Hoch getrennt gewesen sein mögen (PAULUS in STRAUCH 1971, S. 586)<sup>4</sup>.

Diesen paläogeographischen Vorstellungen entspricht das strukturelle Bild. Auf der Westflanke der Schwellenregion von Enns–St. Pölten laufen die niederbayerische Trogachse von NW und die alpenparallele Muldenachse von W her zusammen (Fig. 5). Sie sind nicht nur genetisch und funktionell verschieden, sondern auch ungleich alt. Die ältere ist – entsprechend ihrer Zugehörigkeit zum Ostbayerischen Randtrog (S. 32) – offenbar die Trogachse, was man vor allem an dem umlaufenden Streichen mittelhelvetischer Horizonte (S. 32) unter fast söhligen Oncophoraschichten (S. 36; ABERER 1958, S. 69) und Oberer Süsswassermolasse erkennen kann. Die Muldenachse, die sich übrigens heute an dem Verlauf der Helvet/Burdigal-Grenze bis zur Enns und über St. Pölten hinaus verfolgen lässt, ist um diese Zeit noch nicht sicher nachweisbar. Die Transgression der Kirchberger Schichten und das sukzessive Übergreifen immer jüngerer OSM-Sedimente über ein OMM-Relief zwischen der Salzach und dem Hausruck (S. 34) beweist nur, dass hier der *primäre* Ostrand des Kirchberger wie auch des OSM-Beckens lag.

Von ihm aus war der von den Alpen gespeiste Sedimenttransport in der Oberen Süsswassermolasse, der jetzt über die Kulmination von Enns–St. Pölten nicht mehr nach Niederösterreich abfließen konnte, folgerichtig nach W und SW zum Rhonetal gerichtet, mit einigen Nebenzufuhren von NE (Feldspatsande; ZÖBELEIN 1940, S. 275), NW (Juranagelfluh; GEYER & GWINNER 1964, S. 103) und vor allem von S (FÜCHTBAUER 1967, Abb. 11, 5 u. S. 291). Die Herausbildung jener Schwellenregion im E hat also sehr massgeblich zu dem grossartigen fluviatilen Phänomen der Oberen Süsswassermolasse beigetragen, die als sedimentäres Korrelat das orographische Aufsteigen der Ostalpen begleitete und nun auf Oberösterreich, Süddeutschland und die Schweiz beschränkt blieb.

### 3.2 Der Muldenschluss im Südwesten

Die axiale Heraushebung der alpenparallelen Grossmulde nach SW scheint wesentlich jünger zu sein. Hierfür spricht einmal das Fehlen einer den brackischen Schichten im östlichen Becken entsprechenden Aussüssungsserie in der Schweiz, was auf unbehinderte Regression des OMM-Meeres nach SW zum unteren Rhonetal bzw. zur Tethys hin schliessen lässt. Vor allem zeigt das Abströmen des gewaltigen Flußsystems der Oberen Süsswassermolasse ebenfalls nach SW (Fig. 4; FÜCHTBAUER 1967, Abb. 11, 5; HOFMANN 1969, Fig. 1), dass ihm dort zu jener Zeit wohl kein grösseres Hindernis im Wege stand.

Andererseits ist heute die strukturelle Höhenlage des südwestlichen Muldentails sehr beträchtlich: So beträgt der axiale Anstieg im Niveau der OMM-Oberkante vom Muldentiefsten bis Bern bereits ca. 12–1300 m (S. 32); er setzt sich nach SW fort, was man

<sup>4</sup>) Auf ihre Trennung auch vom niederösterreichisch-mährischen Becken haben SCHLICKUM & STRAUCH 1968 (S. 380 u. 382) mit allem Nachdruck hingewiesen.

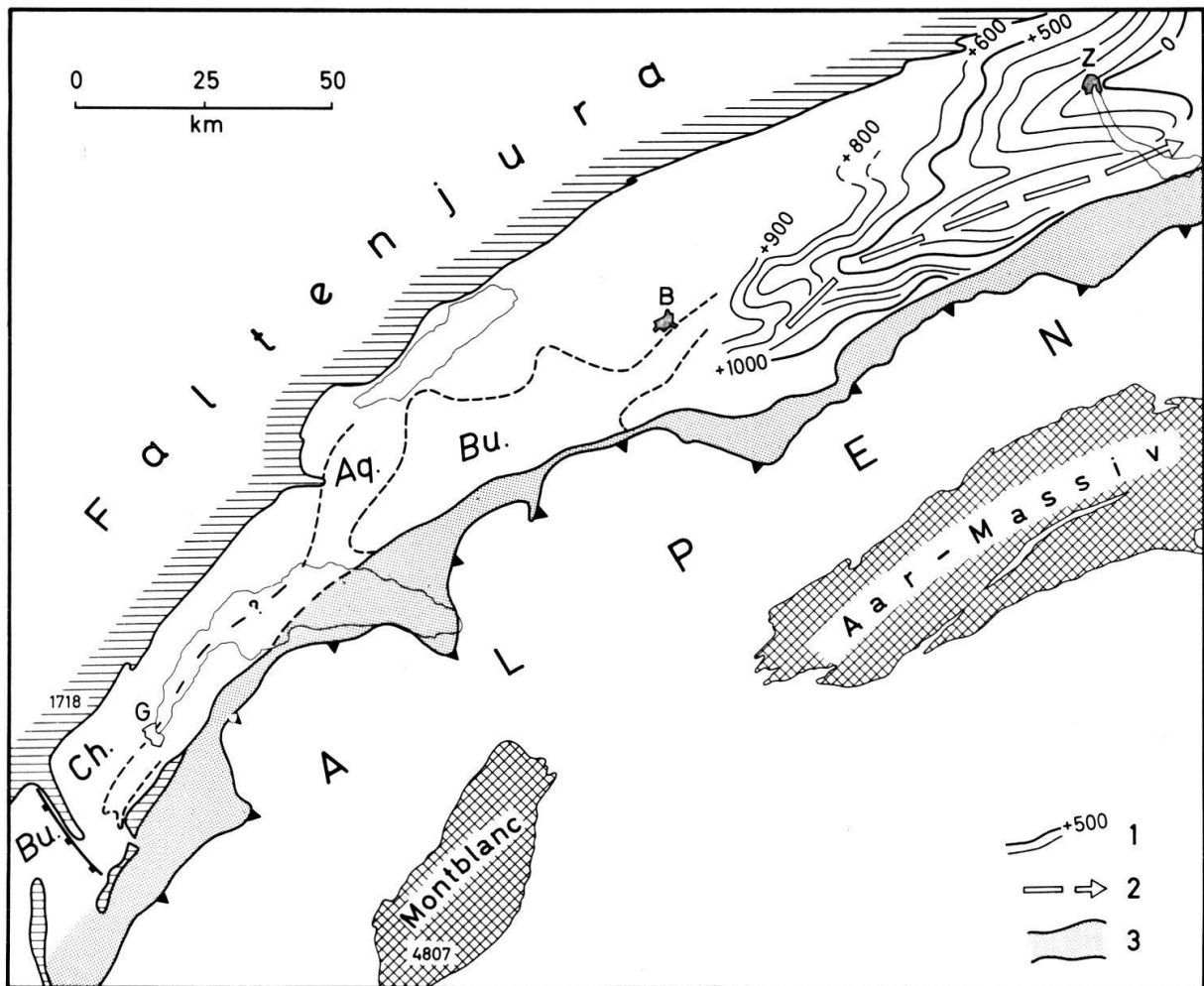


Fig. 7: Der Muldenschluss im Südwesten. – 1 = Streichlinien auf die OMM-Oberkante (m ü. NN); 2 = Muldenachse im Niveau der OMM-Oberkante, in Pfeilrichtung abtauchend; 3 = Subalpine Molasse. Bu. = Burdigal, Aq. = Aquitan, Ch. = Chatt. B = Bern, G = Genf, Z = Zürich.

gut daran sehen kann, dass hier immer ältere Stufen – vom Burdigal bis zum Chatt – austreichen (Fig. 7). Südwestlich Genf, wo der vom Faltenjura abzweigende, aus Unterkreide bestehende und nach SW gegen Burdigal verworfene Querriegel des Vuache heute den südwestlichen Muldenschluss bildet, liegt tiefes Chatt an der Oberfläche. (Exk. Führer VSP Genf 1961). Hier dürften demnach mindestens 1800–2000 m Sediment, vom Chatt bis zum Unterpliozän, abgetragen worden sein<sup>5)</sup> (vgl. RICHTER 1971, S. 206). Ob die sich darin abbildende gewaltige Hebung ganz in nachpontische Zeit fällt oder schon in der OSM begann, deren Flussnetz sich dann antezedent eingeschnitten haben müsste, wissen wir nicht. Sie steht sicher in Zusammenhang mit der jungen Heraushebung der Westalpen und des Faltenjura, die ebenfalls dort in Mont-Blanc und Crêt de la neige kulminieren, sie steht auch in Zusammenhang mit der Umkehr des Gefälles im Becken, das heute wieder wie zur Zeit der Unteren Süßwassermolasse (FÜCHTBAUER 1967, S. 288,

<sup>5)</sup> Dass diese Schätzung kaum zu hoch gegriffen ist, zeigt eine Bemerkung von RUTSCH (1967, S. 49), wonach schon zwischen Bern und Freiburg (ca. 135 km NE des Muldenschlusses), wo heute Aquitan an der Oberfläche liegt, seit der OSM mindestens 1100 m Sediment, wahrscheinlich wesentlich mehr, abgetragen worden sind.

Abb. 11, 3) nach E gerichtet ist. Die im Streichlinienbild so ähnlich aussehenden Muldenschlüsse im SW und E sind also nicht nur verschieden alt, sondern haben auch ungleiche paläogeographische Funktionen.

### 3.3 Die Einengung quer zum Streichen der alpenparallelen Hauptmulde

Es bleibt die Frage, ob man, wie für die Muldenschlüsse, eine Datierung auch für die seitliche Einengung der alpenparallelen Hauptmulde vornehmen kann. Hierfür wäre zunächst die sehr reduzierte Mächtigkeit der brackischen Kirchberger Schichten in der Ratzinger Höhe beim Chiemsee (auf Fig. 5) anzuführen (GANSS 1965, S. 292 sowie mdl. Mitt.), was vielleicht auf frühzeitige Hebung des Südflügels der Mulde deutet. Sodann sind alle nennenswerten Braunkohlevorkommen der OSM, die zum Torton, Sarmat und Pont gehören, auf den Bereich der Muldenachse (Fig. 1) und ihre Fortsetzung nach E zum Hausruck beschränkt, wo der heutige Erosionsrand der altpliozänen, kohleführenden OSM geradezu die Streichlinien der OMM-Oberkante nachzeichnet (Fig. 5). Dies könnte man als Anzeichen für eine einigermaßen kontinuierliche Einengung während der ganzen OSM ansehen. Die Herausbildung des gesamten heutigen Grossmuldenbaus schliesslich, mit Aufrichtung oder Steilstellung der tieferen OSM am Nordrand der Faltenmolasse und mit weithin erhaltenem Pont in der Beckenmitte, weist wohl darauf hin, dass diese Einengung bis in nachpontische Zeit hineingereicht hat.

In diesem Zusammenhang sind auch die Geschwindigkeiten seismischer Wellen zu erwähnen, die bekanntlich ganz allgemein mit der diagenetischen Verdichtung der Gesteine zunehmen und somit ein zumindest qualitatives Mass für diese darstellen. Sie sind im ungefalteten Molassebecken vor einigen Jahren von LOHR (1967, 1969) näher untersucht worden; dabei ergab sich (z. B. 1969, Fig. 5), dass sie vor allem in der Oberen Süsswassermolasse mit Annäherung an die Alpen unnormal stark ansteigen. Da diese Schichtenfolge niemals auch nur annähernd so tief versenkt war, dass sich dies allein auf vertikale Kompaktion durch Auflast zurückführen liesse, wird man als Ursache für die über die Norm hinausgehende Geschwindigkeitszunahme bzw. Verdichtung seitliche Kompression vom Orogen her annehmen müssen, die anscheinend die OSM als Ganzes betroffen hat und somit wohl mindestens zu einem erheblichen Teil nachpontischen Alters sein dürfte (vgl. hierzu BREDDIN 1964, S. 54 ff).

Eine Gruppe weiterer Beobachtungen schliesslich führt in dieser Frage bis an die *Gegenwart* heran: Im Südflügel der alpenparallelen Grossmulde werden in wahrscheinlich abgeschlossenen Sandlinsen vor allem des Rupel, ebenso wie auch in z. T. klüftigen Gesteinen der Faltenmolasse (HUF 1963, S. 10), überhydrostatische Lagerstättendrucke beobachtet, deren Gradienten z. T. fast petrostatische Werte erreichen (MIETENS 1968, S. 77/78). Da diese in verschiedenen Teufen gleich hoch und in gleichen Teufen verschieden hoch sein können, hängen sie offensichtlich nicht oder kaum von der Auflast ab. Sie haben aber unverkennbare Beziehungen zur Entfernung von den Alpen, zu denen hin sie kontinuierlich zunehmen, was mit aller Deutlichkeit auf eine von diesen ausgehende Druckbeanspruchung hinweist. Angesichts der faziellen Ausbildung der Molassesedimente und der schon früher aus ihnen beschriebenen Porenwasserbewegungen (LEMCKE & TUNN 1956, S. 47 ff) nun erscheint es undenkbar, dass so hohe Überdrücke – etwa als «fossile Lagerstättendrucke» – längere Zeit bestehen bleiben, ohne sich mit der druckschwächeren Umgebung auszugleichen. Es muss also eine Art ständigen «Drucknachschiebs» da sein, der sie aufrecht erhält, und das heisst m. a. W., dass die Schubspannungen von den Alpen her offenbar *bis heute* andauern.

## Literatur

- ABERER, F. (1958): Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 50 (1957), S. 23–93, 1 Taf., Wien.
- BRAUMÜLLER, E. (1961): Die paläogeographische Entwicklung des Molassebeckens in Oberösterreich und Salzburg. – Erdöl-Ztschr., 77, S. 509–520, 2 Taf., Wien-Hamburg.
- BREDDIN, H. (1964): Die tektonische Deformation der Fossilien und Gesteine in der Molasse von St. Gallen (Schweiz). – Geol. Mitt., 4, S. 1–68, 32 Abb., Aachen.
- BÜCHI, U. P. (1950): Zur Geologie und Paläogeographie der südlichen mittelländischen Molasse zwischen Toggenburg und Rheintal. – Diss. Zürich, 99 S., 24 Fig., 3 Taf., Kreuzlingen.
- (1956): Zur Geologie der Oberen Meeresmolasse von St. Gallen. – Ecl. Geol. Helv., 48/2, S. 257–321, 6 Fig., 14 Tab., 1 Taf., Basel.
- BÜCHI, U. P., WIENER, G. & HOFMANN, F. (1965): Neue Erkenntnisse im Molassebecken auf Grund von Erdöltiefbohrungen in der Zentral- und Ostschweiz. – Ecl. Geol. Helv., 58/1, S. 87–108, 5 Fig., 1 Taf., Basel.
- EBERL, B. (1930): Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. – Verlag Dr. B. Filser, 427 S., 19 Abb., 3 Taf., Augsburg.
- EBERS, E., WEINBERGER, L. & DEL NEGRO, W. (1966): Der pleistozäne Salzachvorlandgletscher. – Veröff. Ges. f. Bayer. Landeskd., H. 19–22, S. 1–216, München.
- v. FREYBERG, B. (1969): Tektonische Karte der Fränkischen Alb und ihrer Umgebung. – Erlanger geol. Abh., 77, 81 S., 10 Abb., 8 Taf., Erlangen.
- FÜCHTBAUER, H. (1967): Die Sandsteine in der Molasse nördlich der Alpen. – Geol. Rdsch., 56, S. 266–300, 12 Abb., Stuttgart.
- GANSS, O. (1965): Ergebnisse der Kohlenbohrungen B1–B14 im Gebiet Endorf–Wasserburg/Inn–Obing. – Geol. Bavarica, 55, S. 290–309, 10 Abb., München.
- Geologische Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse (1954), m. Erl. (1955). – Bayer. Geol. Landesamt, München.
- GEYER, O. F. & GWINNER, M. P. (1964): Einführung in die Geologie von Baden-Württemberg. – Verlag E. Schweizerbart, VII + 223 S., 73 Abb., 7 Tab., 11 Taf., Stuttgart.
- GRILL, R. (1968): Erläuterungen zur Geologischen Karte des nordöstlichen Weinviertels und zu Blatt Gänserndorf. – Geol. Bundesanstalt Wien, 155 S., 9 Abb., 4 Tab., 2 Taf., Wien.
- GRIMM, W.-D. (1963): Der Schillhorizont in der ostniederbayerischen Süßbrackwassermolasse und seine bergbauliche Gewinnung. – Geol. Mitt., 3, S. 221–252, 9 Abb., 1 Taf., Aachen.
- (1964): Die «Süßwassersande und -mergel» in der ostniederbayerischen Molasse und die Aussüsung des miozänen Brackmeeres. – Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 4, S. 145–175, 3 Abb., München.
- (1965): Schwermineralgesellschaften in Sandschüttungen, erläutert am Beispiel der süddeutschen Molasse. – Bayer. Akad. Wiss., Math.-Nat. Kl., Abh., N.F. 121, 135 S., 3 Abb., 10 Beil., München.
- HAUS, H. A. (1951): Zur paläogeographischen Entwicklung des Molassetroges im Bodenseegebiet während des mittleren Miozäns. – Mitt.-Bl. Bad. Geol. L.A. 1950, S. 48–66, 3 Abb., Freiburg i. Br.
- HEERMANN, O. (1955): Bau und Erdölhöflichkeit des ostbayerischen Molassebeckens. – Erdöl u. Kohle, 8, S. 69–74, 3 Abb., Hamburg.
- HEIM, A. (1919): Geologie der Schweiz, Bd. I, Molasseland und Juragebirge. – Verlag C. H. Tauchnitz, 704 S., 126 Abb., 31 Taf., Leipzig.
- HOFMANN, F. (1969): Neue Befunde über die westliche Fortsetzung des beckenaxialen Glimmersand-Stromsystems in der Oberen Süßwassermolasse des schweizerischen Alpenvorlandes. – Ecl. Geol. Helv., 62/1, S. 279–284, 2 Fig., 1 Tab., Basel.
- HUF, W. (1963): Die Schichtenfolge der Aufschlussbohrung «Dornbirn 1» (Vorarlberg, Österreich). – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 29/77, S. 9–10, Basel.
- JANOSCHEK, R. (1964): Das Tertiär in Österreich. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 56 (1963), S. 319–360, 1 Tab., Wien.
- KIDERLEN, H. (1931): Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des süddeutschen Tertiärs. – Neues Jb. Mineral. usw., Beil. 66 B, S. 215–384, 15 Abb., 2 Taf., Stuttgart.
- LEMCKE, K. (1970): Epirogenetische Tendenzen im Untergrund und in der Füllung des Molassebeckens nördlich der Alpen. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 37/91, S. 25–34, 10 Fig., Basel.
- LEMCKE, K. u. v. ENGELHARDT, W. & FÜCHTBAUER, H. (1953): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes. – Beih. Geol. Jb., 11, 182 S., 31 Abb., 9 Taf., 72 Tab., Hannover.
- LEMCKE, K. & TUNN, W. (1956): Tiefenwasser in der süddeutschen Molasse und in ihrer verkarsteten Malmunterlage. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 23/64, S. 35–56, 7 Fig., 2 Tab., Basel.

- LEMCKE, K., BÜCHI, U. P., WIENER, G. (1968): Einige Ergebnisse der Erdölexploration auf die mittelländische Molasse der Zentralschweiz. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 35/87, S. 15–34, 8 Fig., Basel 1968.
- LOHR, J. (1967): Die seismischen Geschwindigkeiten in der Ostschweiz. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 34/85, S. 29–38, 8 Abb., Basel.
- (1969): Die seismischen Geschwindigkeiten der jüngeren Molasse im ostschweizerischen und deutschen Alpenvorland. – Geophys. Prospecting, 17, S. 111–125, 11 Fig., Den Haag.
- MAYR, M. (1957): Geologische Untersuchungen in der ungefalteten Molasse im Bereich des unteren Inn. – Beih. Geol. Jb., 26, S. 309–370, 15 Abb., 3 Taf., Hannover.
- MIETENS, D. (1968): Geologie, Hydrodynamik, Hydrochemie und Lagerstättenbildung im Wasserburger Trog der ostbayerischen Tafelmolasse. – Diss. Clausthal-Zellerfeld, V + 106 S., 20 Abb., 11 Anl., Clausthal-Zellerfeld.
- NÄGELE, E. (1962): Zur Petrographie und Entstehung des Albsteins. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 115, S. 44–120, 10 Abb., 2 Tab., 8 Diagr., Stuttgart.
- OSCHMANN, F. (1963): Introduction into the Regional Geology of the South German Molasse Basin. – Excursion Guide Book III, 6th World Petrol. Congr. Frankfurt a. M. 1963, S. 5–17, 10 Fig., Hannover.
- PAULUS, B. (1964): Der tiefere Untergrund unter besonderer Berücksichtigung des von den Bohrungen Landsham 1 und Pliening 101–105 erschlossenen Tertiärs. – In: Erl. geol. Kt. Bayern 1:25000, Bl. Nr. 7736 Ismaning, S. 9–53, 5 Abb., 7 Tab., 2 Beil., München (Bayer. Geol. Landesamt).
- RICHTER, M. (1971): Die Fortsetzung des Faltenjura nach Süden und der Rand der Westalpen. – Z. Deutsch. Geol. Ges., 122, S. 185–208, 4 Abb., Hannover.
- RUTSCH, R. F. (1961): Zur Paläogeographie der subalpinen Unteren Meeresmolasse (Rupélie) der Schweiz, I. Teil. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 28/74, S. 27–32, 1 Taf., Basel.
- RUTSCH, R. F. (1967): Erläuterungen zum Atlasblatt 26 des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25000 (332 Neuenegg, 333 Oberbalm, 334 Schwarzenburg, 335 Rüeeggisberg). – Schweiz. Geol. Komm., 69 S., 10 Taf., Bern.
- RUTTE, E. (1955): Der Albstein in der miozänen Molasse Südwestdeutschlands. – Z. deutsch. geol. Ges., 105 (1953), S. 360–383, 3 Abb., 1 Taf., Hannover.
- SALGER, M. (1972): Neue Gesichtspunkte zum Alter der Braunkohle von Schwandorf/Opf. – Geol. Bl. NO-Bayern, 22, S. 1–7, 8 Abb., Erlangen.
- SCHLICKUM, W. R. (1971): Die beiden miozänen Brackwasserbecken der süddeutschen Molasse und ihre Molluskenfauna. – Senckenb. lethaea, 52, S. 569–581, 3 Taf., Frankfurt a. M.
- SCHLICKUM, W. R. & STRAUCH, F. (1968): Der Aussüßungs- und Verlandungsprozess im Bereich der Brackwassermolasse Niederbayerns. – Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 8, S. 327–391, 7 Abb., 2 Tab., München.
- SCHMIDT-THOMÉ, P. (1962): Paläogeographie und tektonische Strukturen im Alpenrandbereich Südbayerns. – Z. deutsch. geol. Ges., 113, S. 231–260, 6 Abb., 1 Taf., Hannover.
- STRAUCH, F. (1971): Die paläogeographische Situation der beiden miozänen Brackwasserbecken der süddeutschen Molasse. – Senckenb. lethaea, 52, S. 583–588, Frankfurt a. M.
- VOIGT, E. (1954): Das Norddeutsch-Baltische Flachland im Rahmen des europäischen Schollenmosaiks. – Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 23, S. 18–37, 5 Abb., Hamburg.
- (1963): Über Randtröge vor Schollenrändern und ihre Bedeutung im Gebiet der Mitteleuropäischen Senke und angrenzender Gebiete. – Z. deutsch. geol. Ges., 114 (1962), S. 378–418, 15 Abb., Hannover.
- WITTMANN, D. (1957): Gliederung und Verbreitung der Süßbrackwassermolasse in Ost-Niederbayern. – Beih. Geol. Jb., 26, S. 49–95, 13 Abb., 1 Taf., Hannover.
- ZÖBELEIN, H. K. (1940): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär (Blatt Pfarrkirchen). – Neues Jb. Mineral. usw., Beil. 84 B., S. 233–302, 6 Abb., 2 Tab., 4 Taf., Stuttgart.