Epirogenetische Tendenzen im Untergrund und in der Füllung des Molassebeckens nördlich der Alpen

Autor(en): **Lemcke, Kurt**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure**

Band (Jahr): **37 (1970-1971)**

Heft 91

PDF erstellt am: **12.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-197280

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., Vol. 37, Nr. 91, Oktober 1970, S. 25–34

Epirogenetische Tendenzen im Untergrund und in der Füllung des Molassebeckens nördlich der Alpen *

Mit 10 Figuren im Text

Herrn Professor Dr. KURD VON BÜLOW (Rostock)
zum 70. Geburtstag gewidmet
von KURT LEMCKE[1])

Zusammenfassung

In der nachpaläozoischen Geschichte des Molassebeckens nördlich der Alpen sind drei epirogenetische Grossabschnitte erkennbar: Der erste umfasst den Zeitraum von Buntsandstein bis zum Malm, in dem das Vindelizische Festland Schritt für Schritt überwältigt wird; der zweite reicht vom Malm bis zum oberen Mittelmiozän (Helvet) und wird durch den paläogeographischen Einfluss des Rheinischen Schildes gekennzeichnet; der dritte, bis zur Gegenwart reichend, bringt die tektonische Angliederung des Vorlandes an den Alpenraum. Nur an den Abschnittsgrenzen, im Malm und Helvet, war das gesamte Gebiet vom Meer überflutet.

Abstract

In the postpaleozoic history of the molasse basin north of the Alps three epirogenetic main periods can be identified. The first one covers the time from the Buntsandstein to the Malm, in which the Vindelician Land was overwhelmed step by step. The second period reaches from the Malm to the upper Middle Miocene (Helvetian) and is characterized by the paleogeographical influence of the Rhine Shield. In the third period, extending to the present time, the foreland was connected to the alpine area. It was only at the boundaries of these periods, i. e. in the Malm and Helvetian, that the whole basin was covered by the sea.

Die Ergebnisse der Erdölexploration im schweizerischen, süddeutschen und österreichischen Molassebecken während der letzten beiden Jahrzehnte bieten die Möglichkeit, bestimmte Tendenzen in der epirogenetischen Entwicklung des nördlichen Alpenvorlandes zu erkennen und nachzuzeichnen. Dies kann aus vielerlei Gründen im Augenblick nur in groben Umrissen – Formation für Formation – geschehen; eine Verfeinerung des so entstehenden Bildes muss einer späteren Detailbearbeitung vorbehalten bleiben, die bei Berücksichtigung aller faziellen und feinstratigraphischen Beobachtungsdaten wahrscheinlich noch weitere Zusammenhänge wird aufdecken können.

Die nachpaläozoische Geschichte des heutigen Alpenvorlandes beginnt mit der allmählichen Überflutung der seit dem Rotliegenden dort existierenden, aus Kristallin mit eingelagerten Permokarbontrögen bestehenden Festlandsschwelle, des vieldiskutierten «Vindelizischen Landes». Eine Rekonstruktion dieses Vorgangs wird in den Fig. 1–5 versucht:

---

* Als Vortrag gehalten auf der 37. Jahresversammlung der Vereinigung Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing. in Lindau (Bodensee) am 20. Juni 1970.

[1]) Anschrift: Dr. K. LEMCKE (Gewerkschaft Elwerath Erdölwerke Hannover), D-8000 München 60, Fritz-Reuter-Strasse 19a.

Der *Buntsandstein*, in breiter Senke wohl aus dem Bereich des französischen Zentralmassivs nach N geschüttet (WURSTER 1968, S. 158), erreicht mit seinem Ostrand nordwestlich des Bodensees (WIRTH 1968, S. 893) gerade noch das Gebiet des späteren Molassebeckens (Fig. 1). Im Untergrund des Schweizer Mittellandes scheint er (ausser vielleicht ganz im Südwesten) nicht vorhanden zu sein; ebenso fehlt er offenbar im Autochthon des Aarmassivs, da man den «Melser Sandstein», der dort das Tiefste der Trias bildet, heute wohl als Basissandstein des Muschelkalks ansprechen darf (BÜCHI et al. 1965, Fig. 4 u. S. 18). Das Beckentiefste liegt weit im Norden.

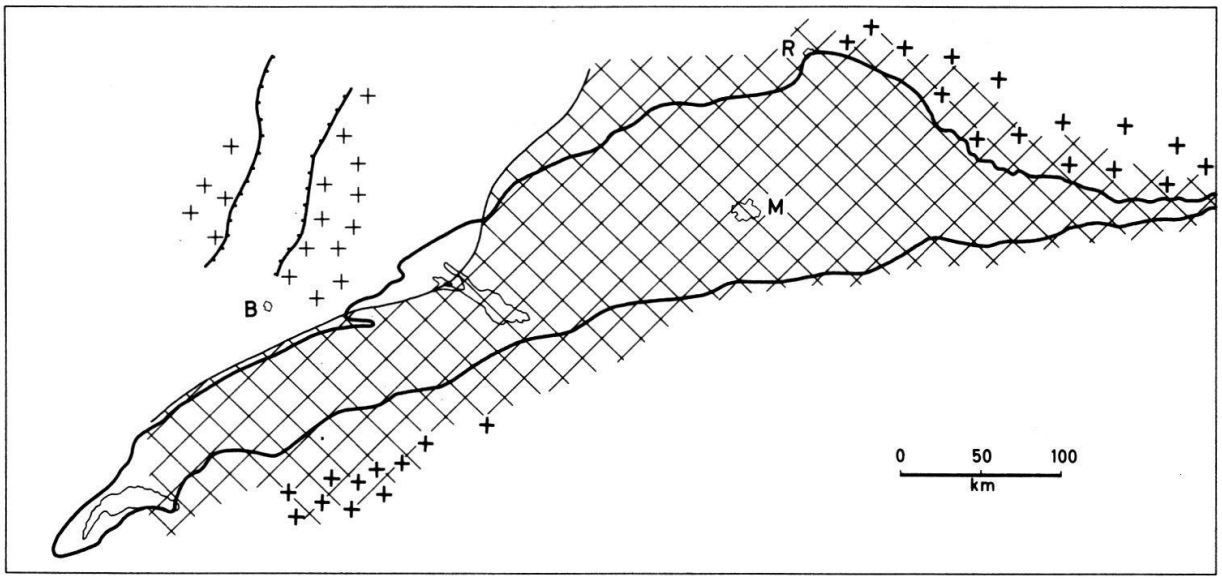

Fig. 1: Zur Paläogeographie des Buntsandsteins. – Kreuzschraffur = Gebiete ohne Sedimentation; starke Kreuze = heutige Kristallingebiete, damals ohne Sedimentdecke; dünne Kreuze = heutige Kristallingebiete, damals mit Sedimentdecke (die auch ganz oder teilweise aus älteren Gesteinen bestehen kann!); Verwerfungssignatur = heutige Randbrüche des Rheintalgrabens; B = Basel, M = München, R = Regensburg.

Das aus etwa nördlicher Richtung transgredierende *Muschelkalk*meer bringt für die mit dem Buntsandstein eingeleitete Senkung eine beträchtliche Ausweitung nach Osten (Fig. 2). Das ganze Schweizer Mittelland versinkt in den Fluten, dazu wohl grösstenteils auch das Gebiet der heutigen alpinen Zentralmassive (TRÜMPY 1959, S. 439). Im süddeutschen Molassebecken rückt die Küste des Meeres bis etwa an die Iller vor (LEMCKE & WAGNER 1961, S. 12) und biegt nach den neuesten Erkenntnissen (SCHRÖDER 1967, S. 45; HAUNSCHILD 1969, S. 45) südlich des Nördlinger Rieses nach NE ab. – Ein Bereich besonders starker Senkung (mit Salzausscheidung im mittleren Muschelkalk) entwickelt sich im südwestlichen Faltenjura (WINNOCK et al. 1967, S. 11) in der Südfortsetzung des späteren Rheintalgrabens, was wohl kein Zufall ist (BOIGK & SCHÖNEICH 1970, S. 49).

Die Erweiterung des Triasbeckens nach Osten setzt sich auch im *Keuper* fort (Fig. 3). Dabei dreht das Streichen des östlichen Beckenrandes weiter in die SW–NE-Richtung, so dass die Überwältigung des Vindelizischen Landes im Norden weit grössere Fortschritte macht als im Süden[2]). Nordöstlich von München kommt es anscheinend zur

[2]) Damit wird schon jetzt auch das sog. «Augsburger Hoch» in die Sedimentation einbezogen, das wegen seiner angeblich geringen Sedimentüberdeckung immer wieder in der Literatur auftaucht, obwohl es hierfür wie überhaupt für seine Existenz im Mesozoikum und Tertiär keinerlei Anhaltspunkte gibt und die Bohrungen das Gegenteil beweisen. Man sollte es daher *streichen*, jedenfalls für die nachpaläozoische Geschichte.

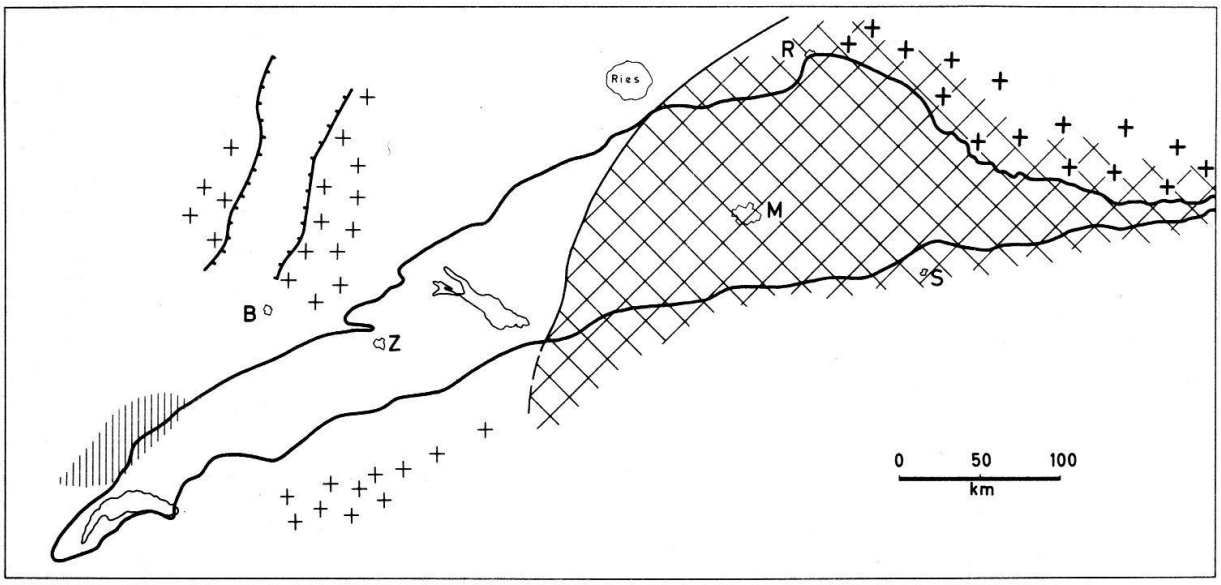

Fig. 2: Zur Paläogeographie des Muschelkalks. – Senkrechte Schraffur = Gebiet stärkerer Senkung; Z = Zürich, S = Salzburg; übrige Signaturen wie auf Fig. 1.

Herausbildung eines nach SE gerichteten Golfes, dessen NE-Flanke man allerdings nicht genau festlegen kann, weil dort heute unter der Molasse das aus Kristallin und Paläozoikum bestehende Landshut-Neuöttinger Hoch (HEERMAMM 1954, S. 8) liegt, auf dem – primär oder infolge Abtragung – das Mesozoikum fehlt. Es wäre vielleicht denkbar, diesen Golf als eine Art Vorsenke vor der südwestlichen Schollenkante des Hochs zu betrachten, dessen Herauskippung dann eben schon zu jener Zeit begonnen hätte, wie es nach den Verhältnissen auf der Frankenalb ja auch angenommen wird (SCHMIDT-KALER 1969, S. 110; vgl. auch CRAMER 1964, S. 71). – Das im Muschelkalk erkennbare Senkungsgebiet in der Westschweiz bleibt im Keuper nicht nur bestehen, sondern weitet sich nach allen Seiten hin aus; im Gipskeuper kommt es dort erneut zur Salzausscheidung (BÜCHI et al. 1965, S. 21; WINNOCK et al. 1967, S. 13 u. 14).

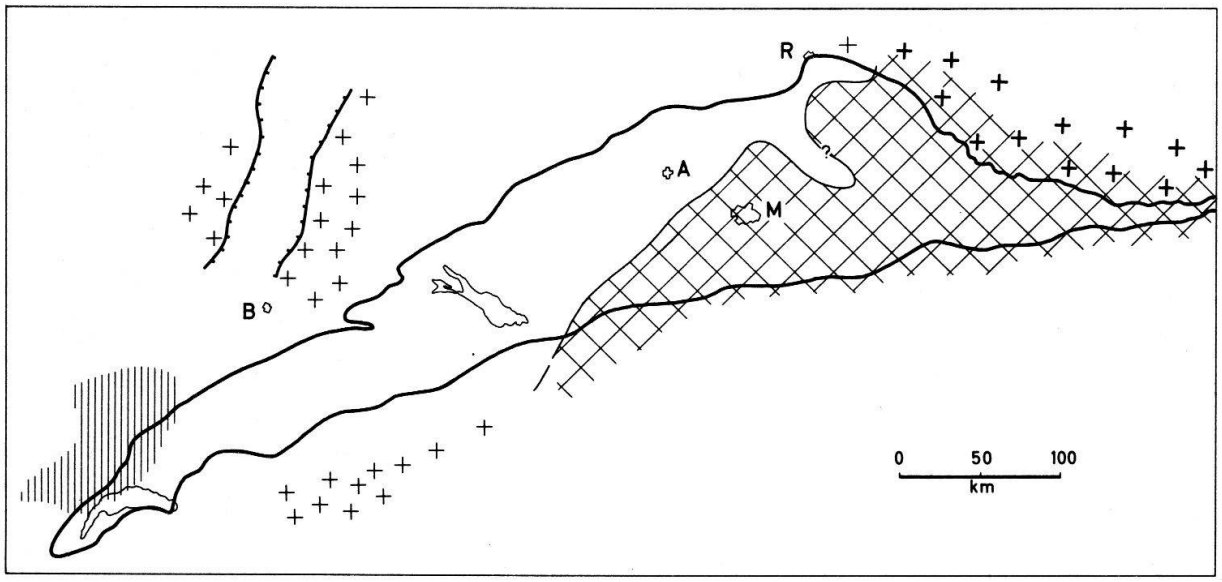

Fig. 3: Zur Paläogeographie des Keupers. – A = Augsburg; übrige Signaturen wie auf Fig. 1 und 2.

Im *Rhät* und *Lias*, die wegen ihrer faziellen und paläogeographischen Verwandtschaft hier gemeinsam betrachtet werden, ändern sich im mittleren Teil des Molassebeckens

die Konturen nur wenig (Fig. 4), doch ist immerhin ein geringfügiges Vorrücken der Küstenlinie nach Osten nachweisbar[3]). In Niederbayern erfolgt ein tiefer Einbruch in das Vindelizische Festland nach Südosten entlang dem SW-Rand der Böhmischen Masse, der fast den Inn erreicht und wahrscheinlich die Eintiefung der «Ostbayerischen Randsenke» (VOIGT 1954) einleitet. Ob er tatsächlich, wie auf der Zeichnung dargestellt, von dem schon für den Keuper vermuteten Golf nordöstlich München durch das entstehende Landshut-Neuöttinger Hoch getrennt wird, ist Auffassungssache – was im übrigen auch für den Dogger (Fig. 5) gilt (OSCHMANN 1963, Fig. 11). In der Zentralschweiz wird der Bereich des späteren Aarmassivs während des Lias vorübergehend landfest («Alemannisches Land», TRÜMPY 1952, S. 239; 1959, S. 442). – Das Senkungszentrum in der Westschweiz bleibt auch im Rhät und vor allem im Lias aktiv; es ist jedoch etwas nach Osten verschoben und kleiner als zuvor, dafür besonders ausgeprägt (BÜCHI et al. 1965, S. 27, Fig. 10).

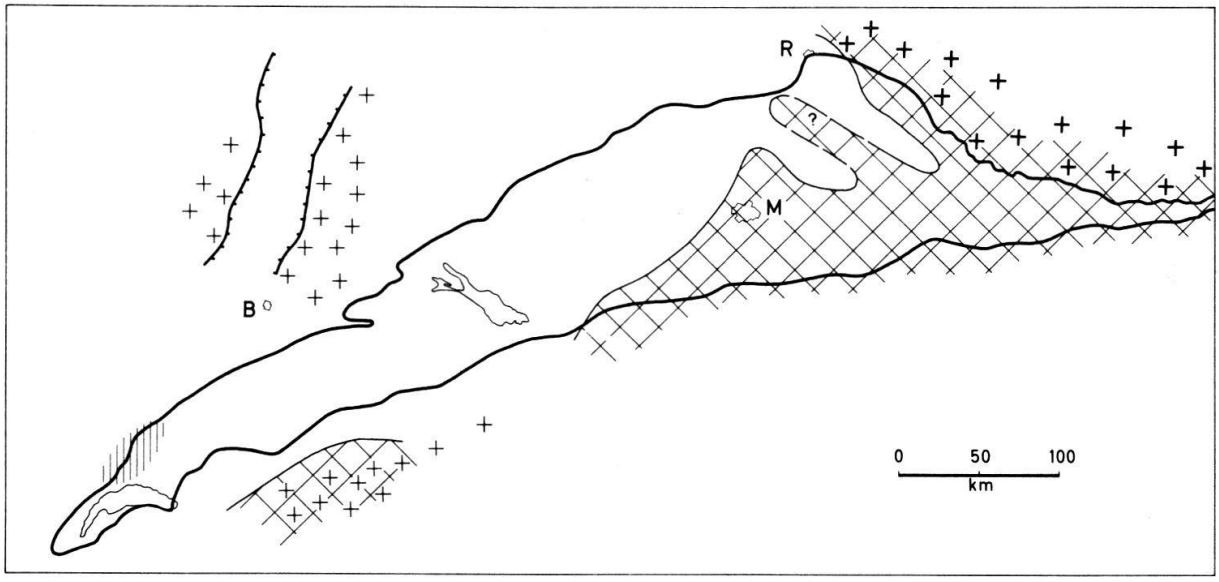

Fig. 4: Zur Paläogeographie von Rhät und Lias. – Signaturen wie auf Fig. 1 und 2.

Im *Dogger* dringt das Meer nach Osten und Südosten wieder erheblich weiter vor (Fig. 5) und beschränkt nunmehr das Land auf Südbayern mit dem nach NW gerichteten, allerdings etwas fraglichen Vorsprung des Landshut-Neuöttinger Hochs sowie auf Oberösterreich. Der liassische Meeresvorstoss in Niederbayern erweitert sich zur altbekannten «Regensburger Strasse» (z. B. PUTZER 1939, S. 133), an deren Funktion als Verbindung zum polnischen Doggermeer man trotz des bisher fehlenden Nachweises von Dogger zwischen Winetsham südöstlich Passau (BRAUMÜLLER 1961, Taf. 1) und Hollabrunn bei Wien (KAPOUNEK et al. 1967, Taf. 2) wohl festhalten sollte. – Das Senkungsgebiet in der Westschweiz dehnt sich unter geringfügiger Verlagerung nach Osten weiter aus.

Der *Malm* bringt sodann mit der Gesamtüberflutung des heutigen Molassebeckens die im Buntsandstein eingeleitete Überwältigung des Vindelizischen Landes zum Abschluss und bewirkt damit einen *tiefen Einschnitt* in der mesozoischen Geschichte des Alpenvorlandes. Mag sich auch in den Malmsedimenten selbst das alte Festland hier und da vielleicht noch bemerkbar machen (z. B. EINSELE & SCHÖNENBERG 1964, S. 158; ZEISS 1968,

[3]) Der hiermit nicht in Einklang stehende Befund der Bohrung Scherstetten 1 über das Fehlen von Lias (ROLL 1952, S. 244; LEMCKE 1955, S. 61) gilt nach den heutigen Erkenntnissen offenbar nur für den Ort dieser Bohrung.

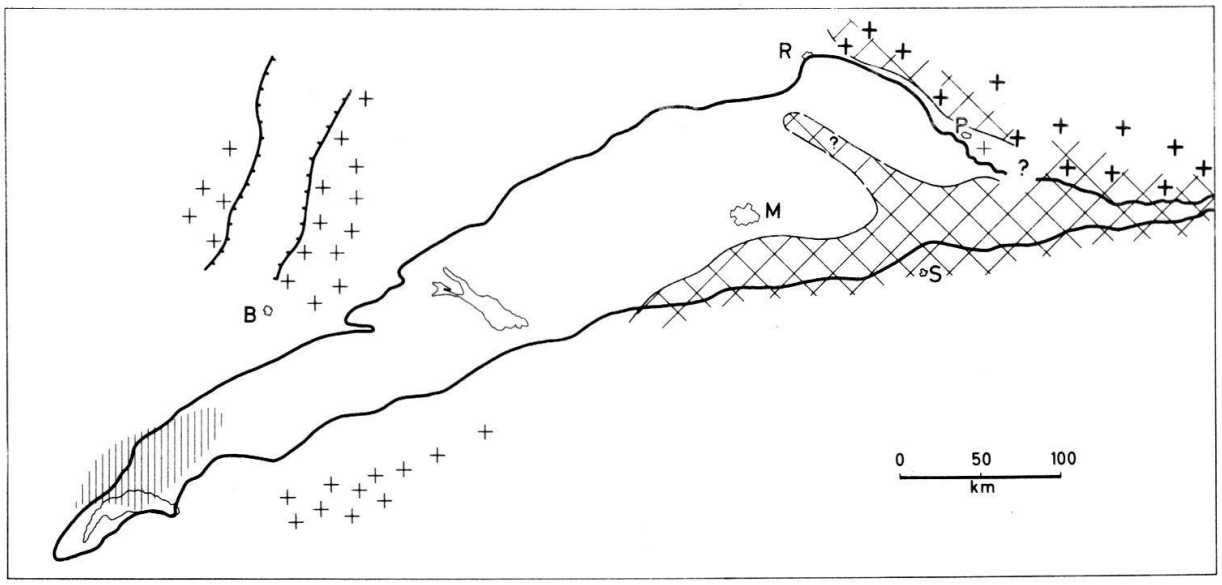

Fig. 5: Zur Paläogeographie des Doggers. – P = Passau; übrige Signaturen wie auf Fig. 1 und 2.

S. 158) – auf die dann im Obermalm beginnende allgemeine Regression folgt in der *Kreide* etwas grundsätzlich Neues. Das Meer gibt nahezu das ganze Gebiet frei und zieht sich – innerhalb des Molassebeckens – zunächst in die Westschweiz zurück, wo sich das bisherige Senkungszentrum, das übrigens auch im Malm wirksam war (BÜCHI et al. 1965, S. 30, Fig. 13), abgeschwächt weiterhin bemerkbar macht (Fig. 6). Erst an der Wende Valendis/Hauterive (OSCHMANN 1963, S. 9) erfolgt in Ostbayern ein kurzfristiger Meeresvorstoss aus dem Alpenraum nach Norden bis über die Breite von München hinaus, wo sich nach BARTHEL (1969, S. 144) schon im höheren Malm ein weiteres Senkungsgebiet herauszubilden begonnen hatte. Dieser Vorstoss bleibt aber auf das Gebiet südlich des Landshut-Neuöttinger Hochs beschränkt (OSCHMANN 1963, Fig. 11), ebenso wie übrigens vor ihm auch die salinaren Regressionssedimente des Purbeck (BARTHEL 1965, Abb. 1), über die er transgrediert, – wiederum ein Hinweis darauf, dass das Hoch sich wohl zeitweise schon tief im Mesozoikum auf die Paläogeographie ausgewirkt hat. Die vollständige Überflutung Ostbayerns gelingt erst der ebenfalls aus dem Süden vorstossenden, mit dem Gault (LANGE & PAULUS 1970) beginnenden Transgression der höheren Kreide, bei der die (bisher ins Cenoman gestellten) Gault-Sandsteine anscheinend wieder nur bis zum Landshut-Neuöttinger Hoch gelangen. Erst anschliessend dringt das Meer in der sich immer mehr ausweitenden «Ostbayerischen Randsenke» nach Westen bis zum Lech, nach Norden bis in die Gegend von Bamberg vor. Dabei scheinen die Schwerpunkte der Absenkung schliesslich beiderseits des Landshut-Neuöttinger Hochs, südlich Mühldorf a. Inn und westlich Passau, gelegen zu haben, wo die Oberkreide bis einschliesslich Campan mit Mächtigkeiten bis fast 1000 m erhalten geblieben ist (NATHAN 1949, S. 39).

Zwischen der Westschweiz und Ostbayern aber bleibt bis zum Ende der Kreide ein Festland bestehen, das im Westen, Süden und Osten vom Meer umspült wird und das man *sicher nicht* als einen wiederbelebten Teil des Vindelizischen Landes betrachten kann. Es gehört vielmehr zur Südostflanke des Rheinischen Schildes, die sich nach BARTHEL (1969, S. 145) wohl schon im späten Unter-Tithon anzuheben begonnen hätte.

Abgesehen von einer kurzen Transgression des Paleozän-Meeres von SE her in die nordöstliche (Braunauer) Teilmulde der Ostbayerischen Randsenke unterliegt der künftige Ablagerungsraum der Molasse vom Ende der Kreide bis zum Obereozän einer *flächenhaften Abtragung*. Ihr Ergebnis zeigt die abgedeckte Karte der Molasseunterlage

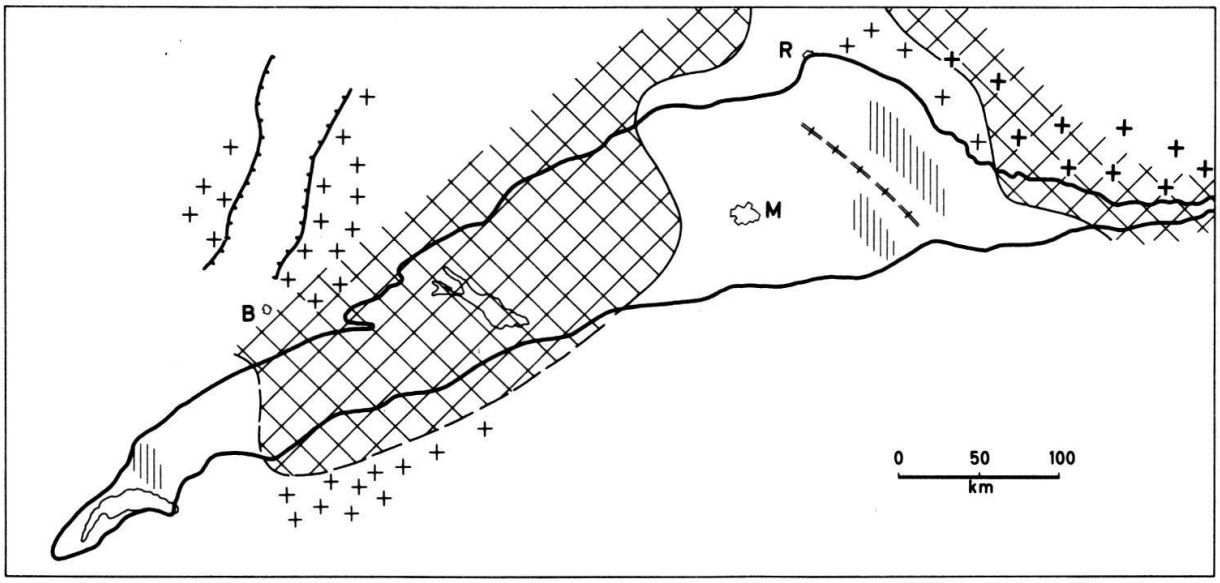

Fig. 6: Zur Paläogeographie der Kreide. – Unterbrochene Doppellinie mit Querstrichen nordöstl. München = Landshut-Neuöttinger Hoch; übrige Signaturen wie auf Fig. 1 und 2.

(Fig. 7). Auf ihr fallen die beiden, von der Denudation etwas zurückgeschnittenen Kreidegebiete im Südwesten und Osten besonders ins Auge, von denen das östliche durch das aus Kristallin und Paläozoikum bestehende Landshut-Neuöttinger Hoch in zwei Teile geteilt wird. Sieht man von diesem Hoch ab, so kulminiert der Beckenuntergrund mit einer (horizontal schraffierten) Fläche von Kimmeridge + Oxford bezeichnenderweise zwischen Schwarzwald und Aarmassiv (BÜCHI et al. 1965, S. 35, Fig. 17).

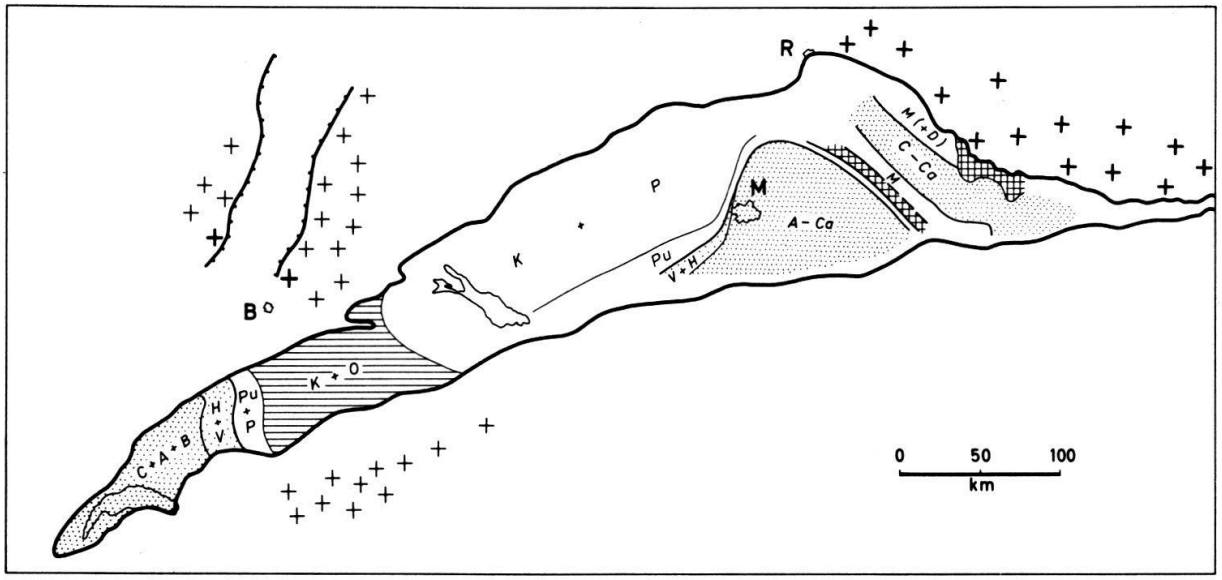

Fig. 7: Abgedeckte Karte der Molasseunterlage. – Kreuzschraffur = Kristallin; Punktierung = Kreide; Horizontalschraffur = Regionale Kulmination des Beckenuntergrundes; D = Dogger; M = Malm allgemein, O = Oxford, K = Kimmeridge, P = Portland, Pu = Purbeck; V = Valendis, H = Hauterive, B = Barrême, A = Apt + Alb (Gault); C = Cenoman, Ca = Campan; übrige Signaturen wie auf Fig. 1 und 2.

In der älteren Molasse, vom *Obereozän* bis zum *Aquitan*, machen sich die beiden Absenkungsbereiche im Südwesten und Osten erneut bemerkbar (Fig. 8). In Ostbayern dringt das Meer bereits im Obereozän von Süden her sukzessive in die alte Kreidemulde

ein und hinterlässt dort u. a. die noch ganz «unmolassisch» wirkenden, mehr zur Helvetikum-Fazies gehörenden Lithothamnienkalke (HAGN 1960, S. 166). In der Folgezeit dehnt es sich unter Ablagerung mächtiger Ton- und Sandsteinsedimente weit nach N aus, überwältigt dabei auch das Landshut-Neuöttinger Hoch und zieht sich erst am Ende des Aquitans aus seinem bis auf eine kurze Re- und Transgression im Ober-Chatt (GRIMM 1965, S. 97/98) im wesentlichen konstant bleibenden Ablagerungsraum etwa bis zum heutigen Alpenrand zurück. In der Westschweiz ist die Absenkung nicht so stark und wesentlich undeutlicher. Sie wird vor allem erkennbar an dem Vorkommen einer

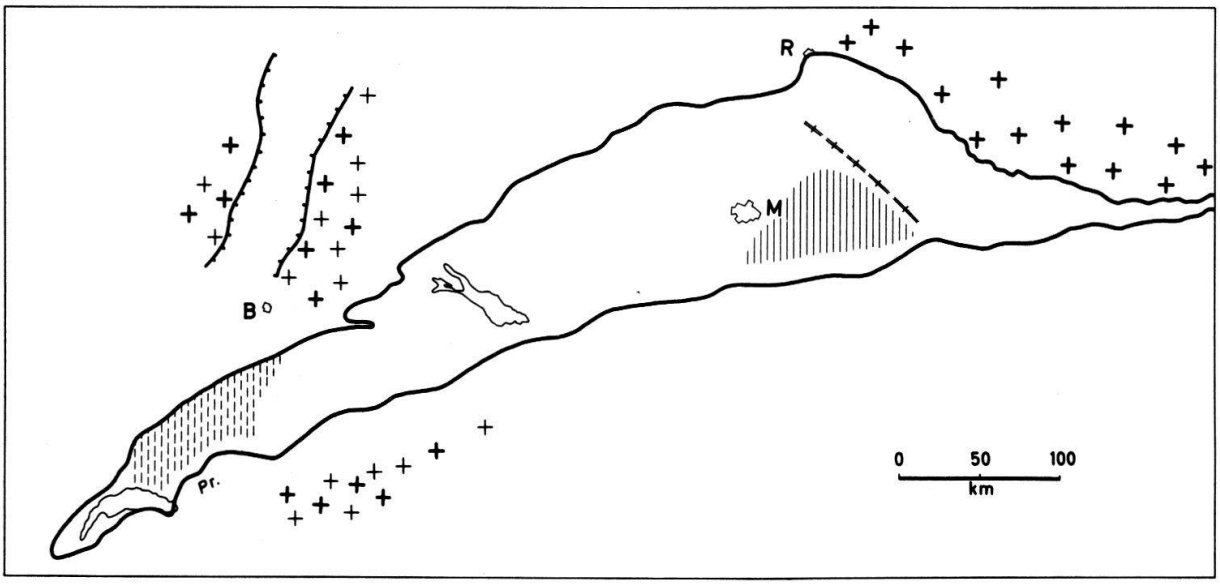

Fig. 8: Gebiete stärkerer Senkung im Obereozän bis Aquitan des Molassebeckens (senkrecht schraffiert, in der Westschweiz nur verschwommen erkennbar, Schraffur daher dort gestrichelt). – Pr. = Préalpes; übrige Signaturen wie auf Fig. 1, 2 und 6.

z. T. brackischen «Süsswasserkalk-Gipsmergelserie» zwischen Yverdon und Lausanne (JORDI 1955, S. 39; LEMCKE 1963, S. 10), die stratigraphisch etwa in den Grenzbereich Chatt/Aquitan gehört und wohl auf einen kurzzeitigen Meereseinfluss (vielleicht vom Rhonetal her?) schliessen lässt. Auf Senkungstendenzen deuten auch ?rupelische und

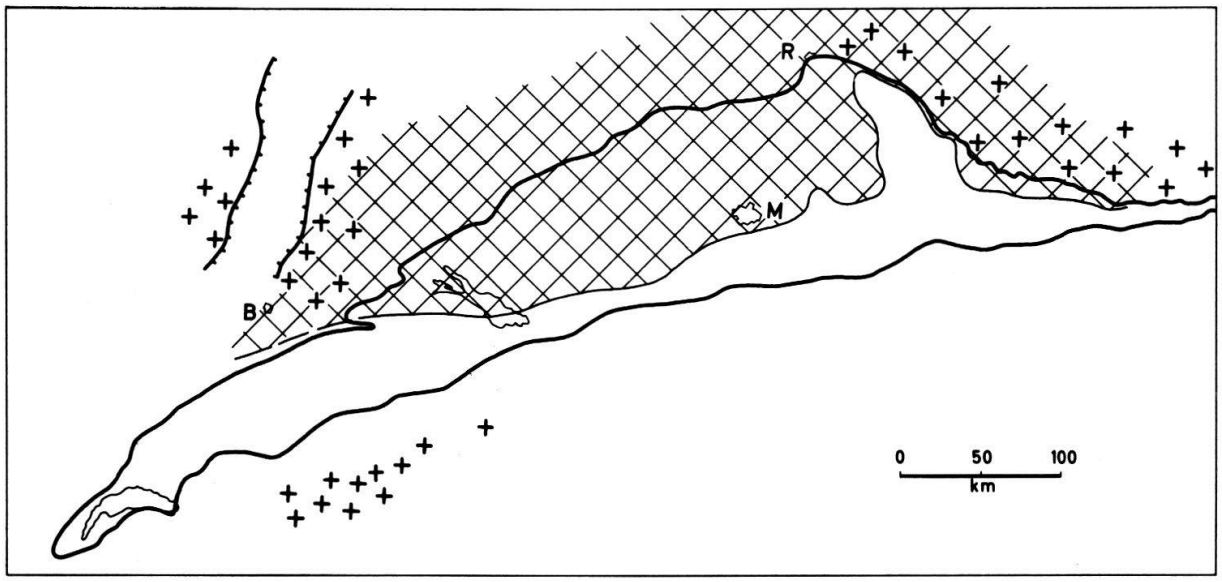

Fig. 9: Zur Paläogeographie des Burdigal. – Signaturen wie auf Fig. 1.

chattische Sedimentschüttungen, die von den Alpen her durch dieses Gebiet hindurch in Richtung Oberrheintal transportiert wurden (FÜCHTBAUER 1964, S. 229; HOFMANN 1968, S. 35), während die östlich benachbarte Hochzone zwischen Schwarzwald und Aarmassiv noch nicht von der Molassesedimentation überwältigt war (LEMCKE et al. 1968, S. 28). Schliesslich könnte man vielleicht auch das weite Vordringen der Decken der Préalpes gerade in diesen Teil des Molassebeckens hinein mit dessen verstärkter Absenkung in Zusammenhang bringen.

Bei der Transgression des *Burdigal*, die im Westen wahrscheinlich aus dem Rhonetal, im Osten aus dem Gebiet des heutigen Alpenrandes vorstösst, macht sich zum letzten Mal im Alpenvorland der Südostrand des Rheinischen Schildes bemerkbar (Fig. 9). Sie ist nur der Auftakt zu der viel weiter ausgreifenden *Helvet*-Transgression, mit der nun das Meer das ganze Molassebecken überwältigt. Wie schon einmal im Malm, bedeutet auch diese Gesamtüberflutung eine *epirogenetische Wende:* In der anschliessenden obermiozän-unterpliozänen *Oberen Süsswassermolasse* ist von den bisherigen Hoch- und Tiefgebieten

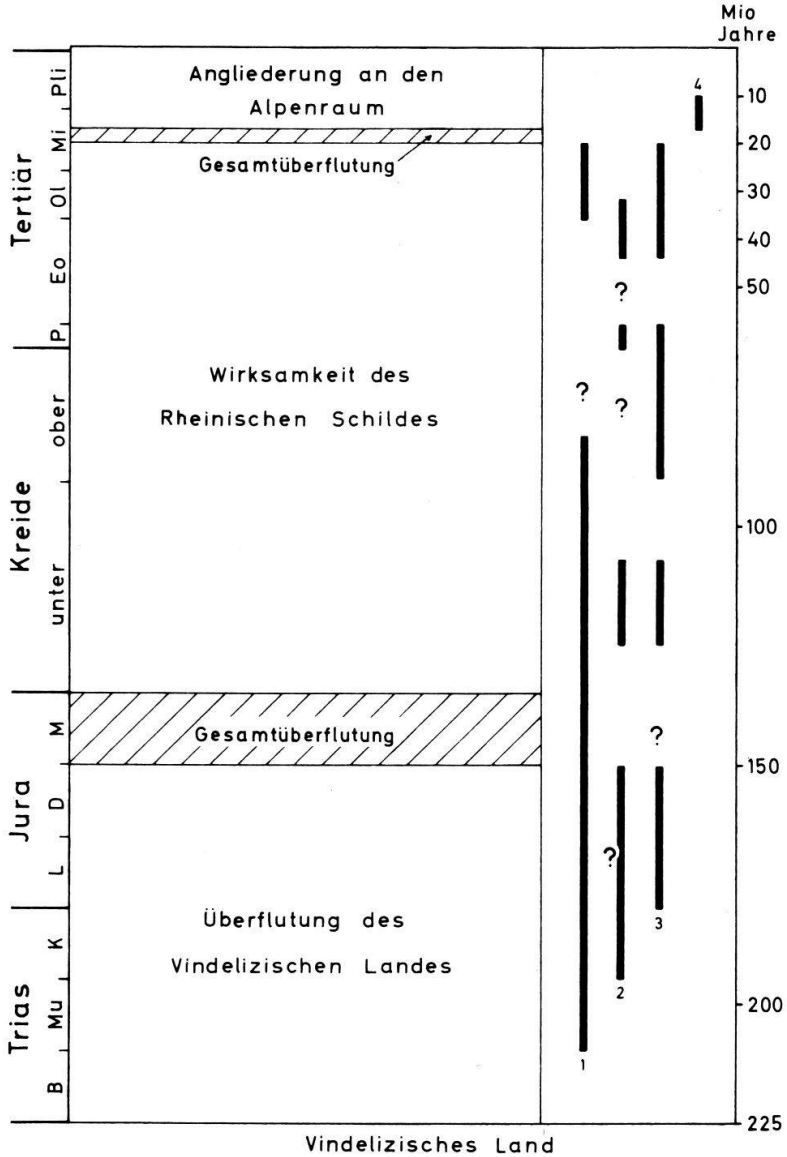

Fig. 10: Die epirogenetischen Geschehnisse im Alpenvorland in Beziehung zur Zeit. – 1 = Westschweizerisches Senkungsgebiet; 2 = Landshut-Neuöttinger Hoch; 3 = Ostbayerische Senke; 4 = Alpenparallele Gesamteinmuldung der ungefalteten Molasse.

nichts mehr zu merken. Die Sedimentation wird jetzt von einem von Oberösterreich zum Rhonetal gerichteten, achsenparallelen Materialtransport beherrscht (FÜCHTBAUER 1967, S. 288), der zusammen mit lokalen Schüttungen von Süden her das ganze Becken mit einer einheitlichen Decke überwiegend fluviatiler Ablagerungen überzieht, unter der alle alten Differenzierungen verschwinden. Gegen Ende dieser Periode (SCHMIDT-THOMÉ 1963, S. 448) kommt es durch intensive Faltung und Verschuppung der subalpinen Molasse, durch die Herausbildung der Molasse-Antiklinalen des Schweizer Mittellandes (SCHUPPLI 1952, S. 52) sowie durch die – ebenfalls auf tangentialen Schub zurückzuführende – alpenparallele Gesamteinmuldung der ungefalteten Molasse (LEMCKE et al. 1968, S. 29) zur endgültigen Angliederung des Vorlandes an den Alpenraum.

Die postpaläozoische Geschichte des Molassebeckens lässt sich somit durch die beiden, vielleicht mit der jungkimmerischen bzw. der steirischen Dislokationsphase zusammenhängenden Gesamtüberflutungen im Malm und im Helvet in drei epirogenetische Grossabschnitte unterteilen (Fig. 10). Im ersten von ihnen steht die Überwältigung des Vindelizischen Landes im Vordergrund, im zweiten die paläogeographische Wirksamkeit des Rheinischen Schildes, im dritten schliesslich die auch strukturelle Einbeziehung des ganzen Gebietes in das alpine Geschehen. Daneben gibt es tektonische Einzelformen, die ihre epirogenetischen Tendenzen, wenn auch verschiedentlich mit Unterbrechungen und nicht immer einwandfrei erkennbar, unbeirrt durch die ersten beiden Grossabschnitte hindurch beibehalten, wie das westschweizerische Senkungszentrum mit seinen mutmasslichen Beziehungen zum Oberrheingraben, das Landshut-Neuöttinger Hoch und die Ostbayerische Randsenke. Soweit wir es heute übersehen können, setzen sich diese Einzeltendenzen nicht oder kaum noch in den 3. Grossabschnitt fort, sondern werden nunmehr abgelöst und überdeckt durch Strukturformen, die mit der alpinen Orogenese unmittelbar zusammenhängen.

Literatur (Auswahl)

BARTHEL, K. W. (1965): Le Crétacé inférieur de la région Est du bassin à Molasse. – Mém. Bureau Rech. Géol. Min., 34, Coll. Crét. inf., Lyon 1963, 769–777, Paris.

– (1969): Die obertithonische, regressive Flachwasser-Phase der Neuburger Folge in Bayern. – Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math. Nat. Kl., N. F. 142, 174 S., 14 Taf., München.

BOIGK, H. & SCHÖNEICH, H. (1970): Die Tiefenlage der Permbasis im nördlichen Teil des Oberrheingrabens. – In: Graben Problems, Intern. Upper Mantle Project, Scient. Rep. No. 27, 45–55, Stuttgart.

BRAUMÜLLER, E. (1961): Die paläogeographische Entwicklung des Molassebeckens in Oberösterreich und Salzburg. – Erdöl-Ztschr., 77, 509–520, Wien-Hamburg.

BÜCHI, U. P., LEMCKE, K., WIENER, G., ZIMDARS, J. (1965): Geologische Ergebnisse der Erdölexploration auf das Mesozoikum im Untergrund des schweizerischen Molassebeckens. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 32/82, 7–38, Basel.

CRAMER, P. (1964): Buntsandstein. – In: Erl. z. Geol. Karte v. Bayern 1:500000, 2. Aufl., 69–81, Bayer. Geol. Landesamt, München.

DORN, P. (1958): Problematik des Vindelizischen Landes. – Geologie, 7, 319–341, Berlin.

EINSELE, G. & SCHÖNENBERG, R. (1964): Epirogen-tektonische Grundzüge des süddeutschen Beckens und seiner südöstlichen Randgebiete im Mesozoikum. – Publ. Serv. géol. Luxemb., 14, 139–164, Luxembourg.

FREY, M. (1968): Quartenschiefer, Equisetenschiefer und germanischer Keuper – ein lithostratigraphischer Vergleich. – Ecl. Geol. Helv., 61, 141–156, Basel.

FÜCHTBAUER, H. (1964): Sedimentpetrographische Untersuchungen in der älteren Molasse nördlich der Alpen. – Ecl. Geol. Helv., 57, 157–298, Basel.

– (1967): Die Sandsteine in der Molasse nördlich der Alpen. – Geol. Rdsch., 56, 266–300, Stuttgart.

GRIMM, W. D. (1965): Schwermineralgesellschaften in Sandschüttungen, erläutert am Beispiel der süddeutschen Molasse. – Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math. Nat. Kl., N. F. 121, 135 S., 10 Beil., München.

HAGN, H. (1960): Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. – Geol. Bavarica, 44, 3–208, München.
HAUNSCHILD, H. (1969): Die Trias im Ries und Vorries. – Geol. Bavarica, 61, 43–58, München.
HEERMANN, O. (1954): Erdölgeologische Grundlagen der Aufschlussarbeiten im ostbayerischen Molassebecken. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 21/60, 5–22, Basel.
HOFMANN, F. (1968): Zur Sedimentpetrographie der Molasse in den Bohrungen Pfaffnau-Süd 1, 2, 4 und 5, Boswil 1 und Hünenberg 1. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 35/87, 35–41, Basel.
JORDI, H. A. (1955): Geologie der Umgebung von Yverdon. – Beitr. Geol. Karte d. Schweiz, N. F. 99, 84 S., 5 Taf., Bern.
KAPOUNEK, J., KRÖLL, A., PAPP, A. & TURNOVSKY, K. (1967): Der mesozoische Sedimentanteil des Festlandsockels der Böhmischen Masse. – Jb. Geol. B. A., 110, 73–91, Wien.
KÖWING, K., KRAUS, L. & RÜCKERT, G. (1968): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Blatt 7837 Markt Schwaben. – 147 S., 1 Beil., Bayer. Geol. Landesamt, München.
LANGE, H. & PAULUS, B.: Stratigraphie und Fazies des Gault und Cenoman der Wasserburger Senke im Bayerischen Molasse-Untergrund. – In Druckvorbereitung.
LEMCKE, K. (1955): Die Fazies des Jura der Bohrung Scherstetten 1. – Geol. Bavarica, 24, 52–62, München.
– (1963): Die Ergebnisse der Bohrung Savigny 1 bei Lausanne. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 30/78, 4–11, 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, 15–34, Basel.
LEMCKE, K. & WAGNER, R. (1961): Zur Kenntnis des vortertiären Untergrundes im Bodenseegebiet. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 27/73, 9–14, Basel.
NATHAN, H. (1949): Geologische Ergebnisse der Erdölbohrungen im Bayerischen Innviertel. – Geol. Bavarica, 1, 68 S., 1 Taf., München.
OSCHMANN, H. (1963): Introduction into the Regional Geology of the South German Molasse Basin. – Excursion Guide Book III, 6th World Petroleum Congress Frankfurt a. M. 1963, 5–17, Hannover.
PUTZER, H. (1939): Der Jura am Keilberg bei Regensburg. – N. Jb. Min. etc., Beil. Bd. 82, Abt. B, 90–154, Stuttgart.
ROLL, A. (1952): Der unmittelbare Nachweis des Vindelizischen Rückens unter der süddeutschen Molasse. – Geol. Rdsch., 40, 243–248, Stuttgart.
SCHMIDT-KALER, H. (1969): Keuper und Jura in der Tiefbohrung Riedenburg. – Geol. Bl. NO-Bayern, 19, 97–112, Erlangen.
SCHMIDT-THOMÉ, P. (1963): Le bassin de la Molasse d'Allemagne du Sud, avec des considérations particulières sur la Molasse plissée de Bavière. – Livre Mém. Prof. P. Fallot, II, 431–452, Soc. Géol. France, Paris.
SCHRÖDER, B. (1967): Fossilführende Mittlere Trias im Ries. – Geol. Bl. NO-Bayern, 17, 44–47, Erlangen.
SCHUPPLI, H. M. (1952): Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz, IV. Teil. – Beitr. z. Geol. d. Schweiz, Geotechn. Ser., 26/4, 79 S., 4 Taf., Bern.
TRÜMPY, R. (1952): Der Nordrand der liasischen Tethys in den Schweizer Alpen. – Geol. Rdsch., 40, 239–242, Stuttgart.
– (1959): Hypothesen über die Ausbildung von Trias, Lias und Dogger im Untergrund des schweizerischen Molassebeckens. – Ecl. Geol. Helv., 52, 435–448, Basel.
VOIGT, E. (1954): Das Norddeutsch-Baltische Flachland im Rahmen des europäischen Schollenmosaiks. – Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 23, 18–37, Hamburg.
WINNOCK, E., BARTHE, A., GOTTIS, CH. (1967): Résultats des forages pétroliers français effectués dans la région voisine de la frontière Suisse. – Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing., 33/84, 7–22, Basel.
WIRTH, E. (1968): Das Mesozoikum im Untergrund der Schwäbischen Alb zwischen Münsingen und Messkirch. – Z. deutsch. geol. Ges., 117, 855–894, Hannover.
WURSTER, P. (1968): Paläogeographie der deutschen Trias und die paläogeographische Orientierung der Lettenkohle in Südwestdeutschland. – Ecl. Geol. Helv., 61, 157–166, Basel.
ZEISS, A. (1968): Untersuchungen zur Paläontologie der Cephalopoden des Unter-Tithon der südlichen Frankenalb. – Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math. Nat. Kl., N. F. 132, 190 S., 27 Taf., München.
Weitere Bohrungsdaten wurden den kleinen Mitteilungen und den jährlich erscheinenden Übersichtsreferaten in «Erdöl und Kohle» und «Erdöl-Erdgas-Zeitschrift» entnommen.