

Entwicklung des Sedimentbeckens und Stratigraphie der klassischen Germanischen Trias

Von B. SCHRÖDER, Bochum *)

Mit 5 Abbildungen

Zusammenfassung

Für Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper markieren Isopachenverläufe und Faziesverteilung lagekonstante Schwellen und Senken.

Die bedeutende „Altkimmerische Diskordanz“ im Keuper schafft zusätzliche stratigraphische Probleme für diesen bislang am mangelhaftesten mit der Orthostratigraphie konnektierten Zeitabschnitt.

Abstract

Most of the biostratigraphic correlations with the Tethys are preliminary. Keuper stratigraphy is additionally complicated by the Early Cimmerian unconformity which is present in the marginal zones of the basin as well as on rises in the basin.

Isopachs and facies distribution of the Bunter, Muschelkalk and Keuper within the Germanic Triassic show a constant position of structural elements.

Résumé

Les connexions entre le Keuper allemand et l'orthostratigraphie dans la Mésogée sont de nature préliminaire. La distribution des faciès et les lignes isopaques indiquent une position inchangée des éléments structuraux pendant la déposition du Grès bigarré, du Muschelkalk et du Keuper. La stratigraphie du Keuper est rendue encore plus compliquée par la discordance documentant la « phase cimérienne précoce » sur les seuils et dans les zones marginaux du bassin.

Краткое содержание

Биостратиграфические корреляции Тетиса являются в большинстве своем предварительными. Стратиграфия кейпера усложняется еще „древне-киммерийским несогласием“, отмечаемом в краевых зонах бассейна, как и на его поднятиях.

Изопахиты и распределение фаций пестрого песчаника, раковинного известняка и кейперовских свит в Германском триасе проявляют равномерное распределение их в поднятиях и погружениях.

Einführung

Das Gebiet der klassischen, dreigeteilten Germanischen Trias liegt auf dem weiterentwickelten „Southern Permian Basin“ NW-Europas.

Tektonik und Beckenentwicklung wird hier für den größten Zeitraum von regionaler krustaler Dehnung (Bildung neuer Tröge und Gräben) in dem größeren Rahmen zwischen Arktik-Nordatlantik und Tethys beherrscht (ZIEGLER, 1975 bis 1981).

*) Anschrift des Autors: Prof. Dr. B. SCHRÖDER, Inst. für Geologie, Ruhr-Universität, Universitätsstr. 150, 4630 Bochum.

Die Subsidenzzentren während der Trias sind mit rift-Systemen verknüpft (Dänischer Trog, max. 6000 m Trias, und Polnischer Trog, max. 4000 m Trias) über dem Tornquist-Teisseyre-Lineament.

Der Zeitraum der Trias umfaßt aus 2 Stadien 2 verschiedene E t a p p e n (NÖL-DEKE & SCHWAB, 1978; ZIEGLER, zuletzt 1981)

- a) Etappe des „development of Triassic rifts“ aus dem Stadium „Permo-Triassic development of Pangea“ (Saxon II bis tiefe Obertrias) mit der H a u p t a b s e n k u n g, abgeschlossen mit der beckenweit entwickelten „Altkimmerischen Diskordanz“ (etwa Wende Karn/Nor) und
- b) Anteile an der Etappe „Early Jurassic link-up of Tethys and Arctic Seas“ im Stadium der „Pangean disintegration“ (höhere Obertrias bis Ende Unterkreide) mit nachlassenden Absenkungsraten und abgewandeltem Strukturplan.

Zeitliche Korrelationen zu Bewegungen in der Tethys und den Kenntnisstand über eustatische Bewegungen während der Trias gibt ZIEGLER (1978, Tab. 2).

Gradueller Anstieg des Weltmeerspiegels während der Trias wird begleitet von fortgesetztem Überschreiten der Perm-Beckenränder.

Das „Absenkungsstadium“ der Etappe a schuf über Polnischen Trog (Moravische und Karpatische Pforte) und/oder Hessische Depression-Burgundische Pforte im Röt, Muschelkalk und Gipskeuper Verbindungen zwischen der Tethys und dem Trias-Becken.

Die Linie max. Reichweite mariner Karbonate in der Mitteltrias markiert das Becken mit klassischer Dreigliederung (nördliche Reichweite bis in die südliche Nordsee). Außerhalb dieser Linie existiert schwer gliederbare, monotone kontinentale Fazies der Trias (vgl. Abb. 11 in ZIEGLER, 1981), in der Muschelkalk-Karbonate und die Delta-Sandsteine der Lettenkeuper-Folge und der Schilfsandstein-Folge als typische Lithofazies ausfallen (Strat. vgl. Abb. 1).

Neben Rotsedimenten sind Salinarabfolgen charakteristisch für das „Hauptabsenkungsstadium“ (Saxon II bis Salinar-Keuper), teils in der Phase der offensiven Beckenausdehnung (Saxon bis Röt), teils unter überwiegend regressiven Bedingungen (Muschelkalk, Gipskeuper-Folgen).

Allgemein hielten die Sedimentationsraten in der Trias Schritt mit der Subsidenz und eustatisch ansteigendem Weltmeerspiegel. Die Isopachen spiegeln also das Subsidenz-Muster wider. Die Sedimentation verlief vielfach episodisch und diskontinuierlich (Zyklen-Rhythmen).

Die Auflast der Triassedimente verursachte ab höherem Buntsandstein intensiven Diapirismus der Perm-Salze mit salzinduzierten Subsidenzanomalien und Faziesbeeinflussungen (JARITZ, 1973; JORDAN, 1974). Ein Maximum der Aktivität scheint im Keuper zu liegen (vgl. Abb. 3 und 4).

Während der Trias haben sich synsedimentäre Störungen nachweisen (WOLBURG, 1969; BEUTLER & SCHÜLER, 1981) und in ihrem Wirkungsgefüge präzisieren lassen, sowohl im Buntsandstein (z. B. SCHÜLER, 1980) — wohl schwächer im Muschelkalk (z. B. ALTHEN et al., 1980, Abb. 3, 4) — wie vor allem im Keuper (BEUTLER & SCHÜLER, 1978; BEUTLER, 1979).

Gegenüber der H-Diskordanz (max. 200 m Schichtabtrag) ist die „Altkimmerische Diskordanz“ (max. bis 600 m Abtrag) sehr viel bedeutender (Grenze Karn/Nor oder tiefes Nor; BOUMAN, 1982). Höherer Keuper kann auf Schwellen (z. B.

Entwicklung des Sedimentbeckens und Stratigraphie der klassischen Germanischen Trias

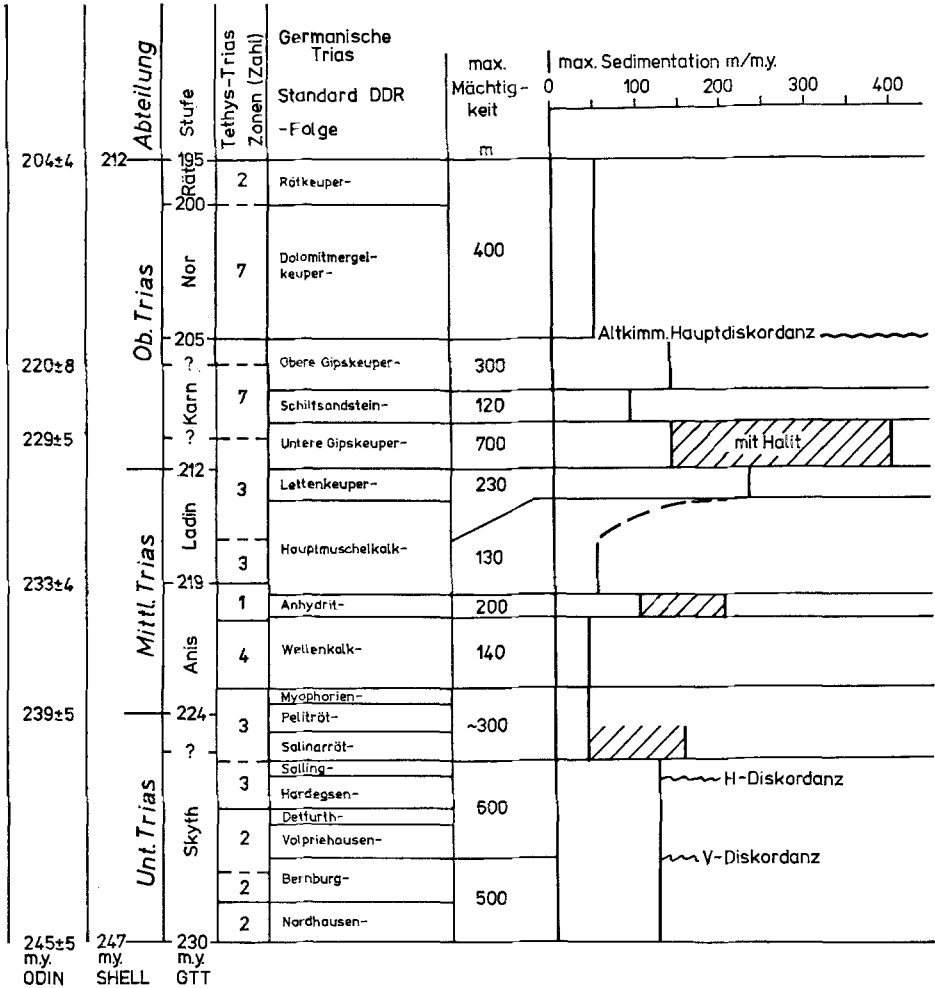


Abb. 1. Stand der Triasstratigraphie, radiometrische Alter und Sediment-Akkumulation der Germanischen Trias (nach DOCKTER et al., 1980; EYSINGA, 1975; SHELL-legend, 1980; DOUBINGER & BÜHMANN, 1981; BOUMANN, 1982; ODIN & KENNEDY, 1982).

Fig. 1. Stratigraphy, geological time and rate of accumulation of sediments in the Germanic Triassic.

Rügen-Schwelle) auf prä-mesozoischer Unterlage auflagern. Die max. mit knapp über 1 Grad schneidende Diskordanzfläche ist auf beckeninterne Schwellen und die Beckenränder beschränkt (BEUTLER & SCHÜLER, 1978; BEUTLER, 1979).

Die Kohlenwasserstoffexploration der letzten 2 Jahrzehnte hat unser Wissen um die strukturell-fazielle Entwicklung des Trias-Beckens sehr erweitert. Der Informationsstand an Übersichtsarbeiten ist sehr uneinheitlich, — besonders gut ist er in der DDR, Frankreich und Polen.

Stratigraphie

Die weitgehende *Parastratigraphie* des Germanischen Trias-Beckens hat vor allem durch die Palynologie eine starke Verbesserung in der Anbindung an die *Orthostratigraphie* erfahren.

Die Korrelation mit der tethyalen Trias (zuletzt in DOCKTER et al., 1980) ist wohl nur für die Grenze Anis-Ladin einstweilen hinreichend gesichert (vgl. Abb. 1).

Die Grenze Skyth-Anis hat wichtige Korrekturhinweise erfahren (DOUBINGER & BÜHMANN, 1981). Die Grenze Ladin-Karn könnte in der Unteren Gipskeuper-Folge, die Grenze Karn-Nor in der Oberen Gipskeuper-Folge liegen (BOUMAN, 1982).

Basis und Top der Trias wiesen bis in jüngste Zeit um 15 m. a. geochronologische Differenz auf (EYSINGA, 1978, SHELL-Legende 1980). ODIN & KENNEDY (1982) geben verlässlichere Wert neuesten Datums und auch Alterszuordnungen der Trias-Stufen (vgl. Abb. 1). Auf das Zeitäquivalent einer Tethys-Zone entfallen rund 1 m. y. . Abschätzungen für die Zeitdauer von Folgen sind möglich (z. B. relativ stark diachrone Lettenkeuper-Folge 2 m. y., Schilfsandstein-Folge 1—2 m. y.), zudem Präzisionen der max. Sedimentationsraten (bis 140 m/m. y. in der Unt. und Ob. Trias, bis 40 m/m. y. in der Mittl. Trias; Halit nicht eingeschlossen).

Die klassische *Lithostratigraphie* aus den Arealen exponierter Trias in den Mittelgebirgen ist nach Bohrlochmessungen in ihren Leitzügen bis in große Teile der Norddeutsch-Polnischen Senke (Lit. in Z. geol. Wiss. 8, 8, 1980) und ihrer Beckenanhängsel bzw. in das Pariser Becken (COUREL, 1980) verfolgbar.

Sie ist für den Buntsandstein und Muschelkalk gut abgesichert, für den Keuper weit gediehen. Der brauchbarste Gliederungsvorschlag in Folgen (DOCKTER et al., 1980, für die DDR) ist auch für den Keuper weitreichend anwendbar.

Die Leitbank-Stratigraphie der süddeutschen Gipskeuper-Folgen (THÜRACH, 1888/89, FRANK, 1930) stammt aus einem Teilbecken mit individueller strukturell-fazieller Entwicklung (vgl. Abb. 4). Keuper-Folgen und Detail-Abschnitte darin bis aufwärts an die „Altkimmerische Diskordanz“ am Top der Oberen Gipskeuper-Folge lassen sich z. T. beckenweit verfolgen. Einige süddeutsche Leitbänke sind nordwärts bis zur Linie Hannover-Posen nachweisbar (COUREL et al., 1980, für das Pariser Becken, DUCHROW et al., 1968, für Norddeutschland, BEUTLER, 1980, für die DDR, GAJEWSKA, 1978, für Polen).

BEUTLER & SCHÜLER (1978) und BEUTLER (1979) haben die Position der bedeutsamsten Diskordanz — der nomenklatorisch vorbelasteten „Altkimmerischen Diskordanz“ — im Germanischen Trias-Becken stratigraphisch neu festgelegt. Sie ist vor allem in den Ausbissgebieten des Keupers bislang unzureichend erfaßt und in der Stratigraphie kaum berücksichtigt (weitere Schichtausfälle vgl. DUCHROW, 1982).

Erosive Amputation (vgl. Abb. 5) und strukturelle Umstellung im höheren Keuper mit z. T. intensiveren Mächtigkeits- und Lithogradienten haben die *Keuperstratigraphie* oberhalb der Schilfsandstein-Folge derzeit zum Stiefkind werden lassen.

Die Keuperstratigraphie kann aber beckenweit vereinheitlicht werden (DOCKTER et al., 1980).

Strukturell-fazielle Entwicklung

Seit 1978 publizierte Karten ermöglichen für das gesamte östliche Mitteleuropa revidierte Isopachenkarten für Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper, z. T. in Verbindung mit Fazies-Zonenkarten (vgl. Autoren zu Abb. 2—4).

Für den Buntsandstein ist neben der ausgedehnten Hunte-Schwelle (HS in Abb. 4; Schichtausfälle unter der H-Diskordanz) viel bedeutender die Eichsfeld-Altmark-Schwelle (Teil der Spessart-Oberharz-Schwelle) und die Rügen-Schwelle. Die Hochlagen und die Becken dazwischen steuern z. T. die Randlagen des Röt-Salinars, dazu die Verbreitungsgrenze mariner Faunen im Röt, wie auch die

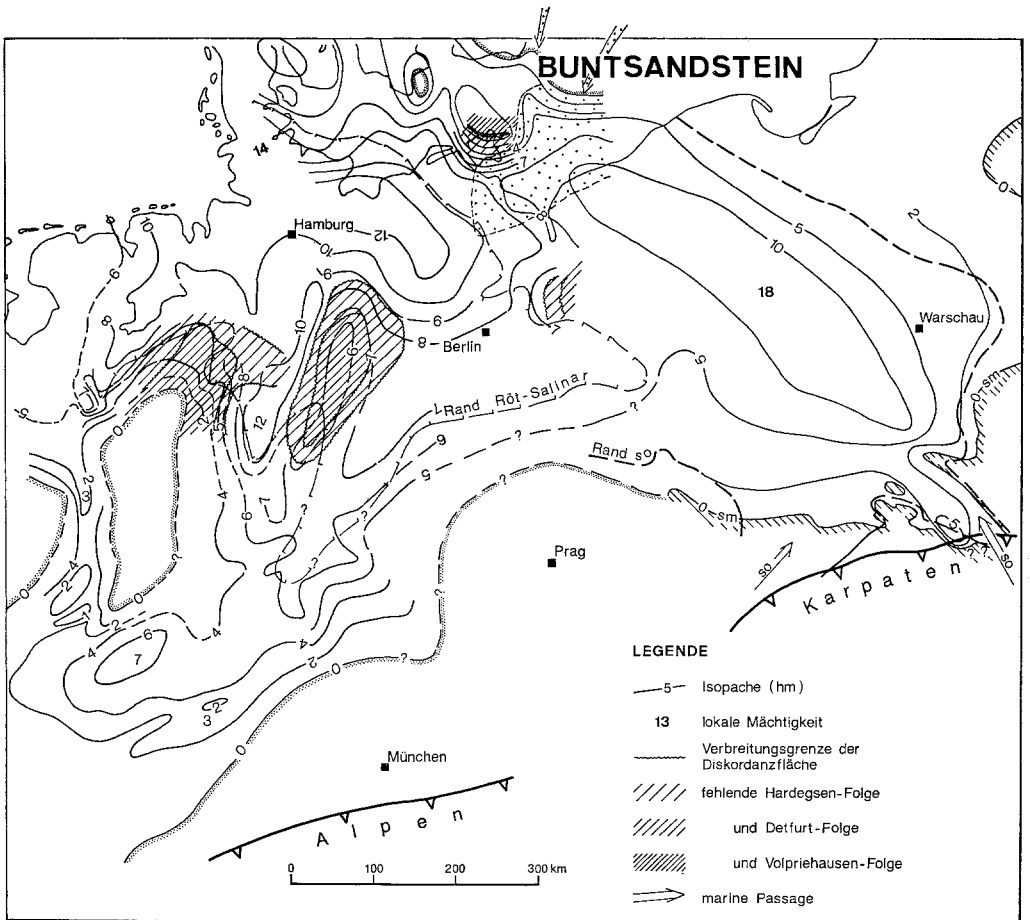


Abb. 2. Isopachenkarte des Buntsandsteins (Unt. Trias); Isopach map of the Bunter (Lower Triassic); kombiniert nach (compilation after): BEUTLER & SCHÜLER, 1979; BOIGK & SCHÖNEICH, 1974; HOPPE, 1976; ROSENFELD, 1978; SCHRÖDER, 1971; SCHÜLER, 1980; SENKOWICZOWA & SZYPERKO-SLIWCZYNSKA, 1975; TRUSHEIM, 1963; WOLBURG, 1969.

Rügen-Schwelle die Verbreitung einer „empfindlichen“ Sandsteinschüttung von NE — in diesem Fall Detfurth- und Hardegsen-Sandstein (BEUTLER & SCHÜLER, 1981) — steuert. Die Hardegsen-Diskordanz zeugt von einem ersten regional wirksamen Impuls von Polen bis in die Nordsee und akzentuiert die Hebungszonen (max. 200 m Abtrag auf den Schwellen).

Im Polnischen Trog verlagert sich die Hauptsenkungsachse gegen Ende des Buntsandsteins nach SW (SENKOWICZOWA & SZYPERKO-SLIWCZYNSKA, 1975, Abb. 3 u. 4) und erlaubt ab dem Röt die Anlage der Karpatischen und Moravischen Pforte.

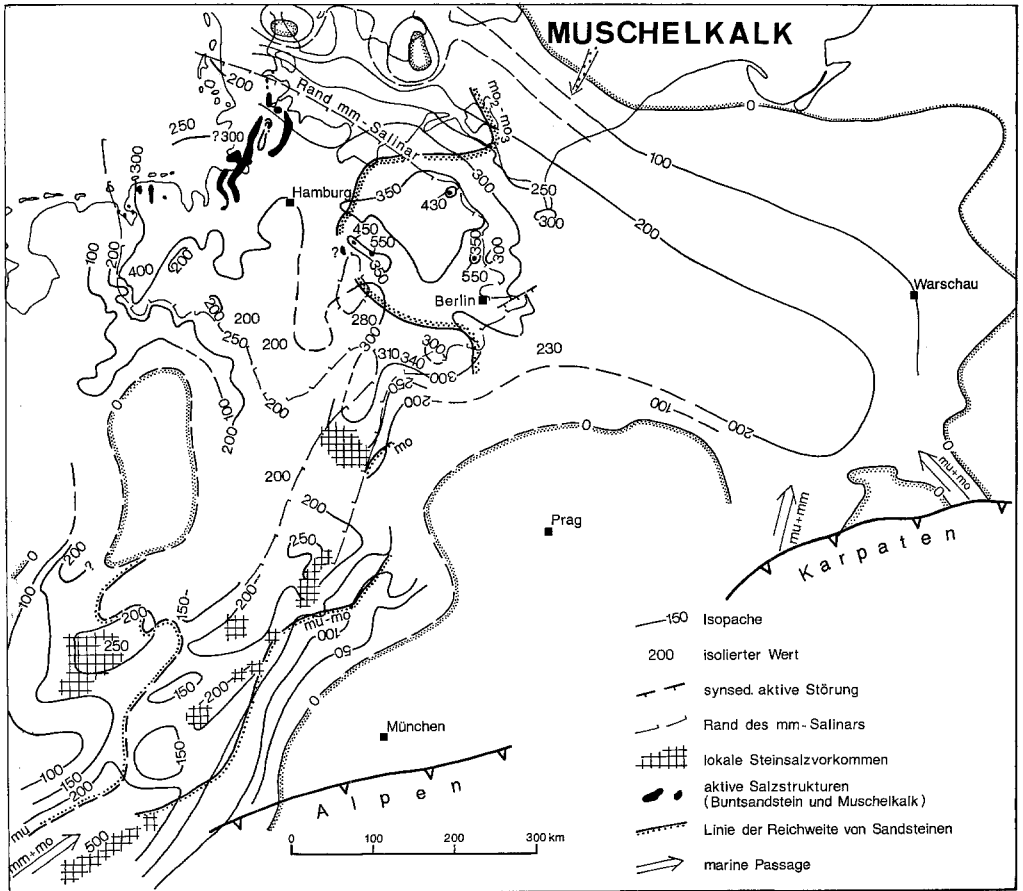


Abb. 3. Isopachenkarte des Muschelkalkes; Isopach map of the Muschelkalk (Wellenkalk-Folge till Hauptmuschelkalk-Folge; comp. fig. 1); kombiniert nach (compilation after): ALTHEN et al., 1980; BEUTLER & SCHÜLER, 1979; BOIGK & SCHÖNEICH, 1974; BÜCHI et al., 1965; COUREL et al., 1980; EMMERT, 1964; GEYER & GWINNER, 1968; ROSENFELD, 1978; SCHRÖDER, 1971; SEIDEL, 1974; SENKOWICZOWA & SZYPERKO-SLIWCZYNSKA, 1975; TRUSHEIM, 1971; WOLBURG, 1969; WIEFEL & WIEFEL, 1980.

Entwicklung des Sedimentbeckens und Stratigraphie der klassischen Germanischen Trias

Im Muschelkalk (Abb. 3) lassen sich die Position und Lebensdauer der marinen Passagen zur Tethys präzisieren. Die Isopachen lassen die Becken und Schwellen der Buntsandstein-Zeit wiedererkennen. Die Evaporitverbreitung im Mittleren Muschelkalk folgt dem Ausbau der Straße südöstlich der Spessart-Oberharz-Schwelle. Diese Schwellen-Region beeinflusst auch die Fazies der Karbonate im Muschelkalk (Lit. z. B. in ALTHEN et al., 1980).

Die gleiche Zone, in der die Salze des Mittleren Muschelkalks liegen, ist die Zone längster mariner Bedeckung im Oberen Muschelkalk, in der die höchsten Ceratiten-Zonen belegt sind (vgl. schon WURSTER, 1964).

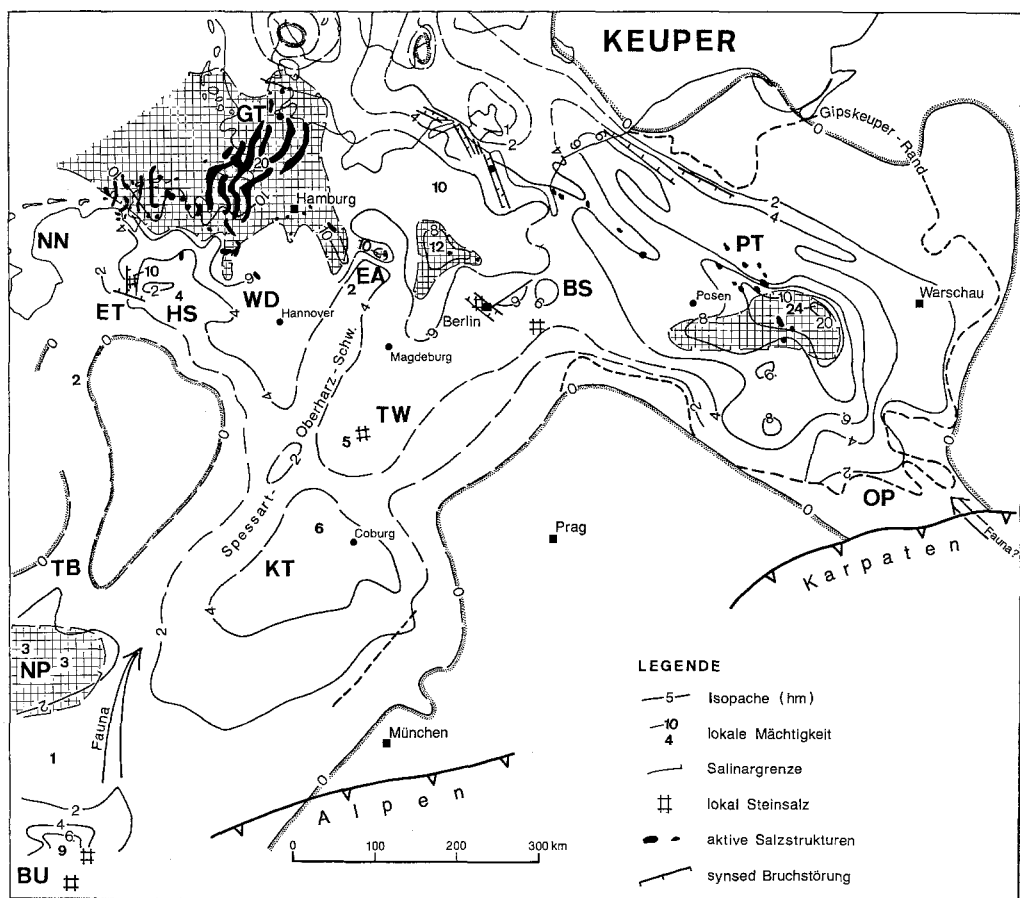


Abb. 4. Isopachenkarte des Keupers; Isopach map of the Keuper (Lettenkeuper-Folge till Rätkeuper-Folge; comp. fig. 1); kombiniert nach (compilation after): BEUTLER & SCHÜLER, 1978, 1981; BÜCHI et al., 1965; COUREL et al., 1980; DIEHL, 1935; DOCKTER et al., 1963; DUCHROW, 1965; GAJEWSKA, 1978; LEMCKE, 1980; MOESTA, 1876; ROSENFELD, 1978; SCHMIDT-KALER, 1979, SCHRÖDER, 1976; TRUSHEIM, 1971; WOLBURG, 1969.

Die Wasserstandsmarke der marinen Mitteltrias markiert näherungsweise auch die Wasserstandsmarken des Beckens, in das sich die Delta-Fronten nordischer Abkunft während der Unterkeuper-Folge und Schilfsandstein-Folge vorbauen. Kleine Delta-Fronten aus peripheren Richtungen sind für das Polnische Becken bekannt und darauf beschränkt (GAJEWSKA, 1978). Die bedeutendste, zur Burgundischen Pforte vorbauende Delta-Front mündet bei Rügen ein (WIENHOLZ, 1960; BEUTLER & SCHÜLER, 1981; BEUTLER & HÄUSSER, 1982).

Im Keuper (Abb. 4) sind alle bedeutenden Elemente wieder abgebildet, vor allem die Spessart-Oberharz-Schwelle. Separate Isopachenpläne für die Etappe unterhalb bzw. oberhalb der Altkimmerischen Diskordanz sind einstweilen nur für Teilbereiche des Beckens möglich (z. B. Polen. SENKOWICZOWA & SZYPERKO-SLIWCZYNSKA, 1975).

Isopachenpläne des gesamten Keupers erfassen daher Bereiche der Etappe des „tiefen Deckgebirges“ und des diskordant folgenden „höheren Deckgebirges“ (NÖLDEKE & SCHWAB, 1978).

In der Oberen Trias war der Unterbau in einem Umfange „degradiert“, daß nur mehr separate, reliefarme Hochgebiete aus einer immensen, monotonen tidal flat/flood plain ragten. Klastischer Einfluß (Unterer Keuper und Schilfsandstein) kam vorwiegend vom Fennoskandischen Schild (schwache Ausnahme nach NW vor der Böhmisches Masse).

Der tiefere Teil des Keupers gehört noch zur Etappe des „development of Triassic rifts“.

In der Unteren Gipskeuper-Folge ist Steinsalz beckenweit in den Depressionszonen verbreitet, in der Oberen Gipskeuper-Folge hingegen nur von der Brandenburg-Schwelle (BS in Abb. 4) nach NW.

In Arealen beschleunigter Subsidenz akkumulierten sich ansehnliche Mächtigkeiten von Halit (vgl. Abb. 1). Keupersalze sind regional erheblich weiter verbreitet als mariner Muschelkalk (vgl. Karten in ZIEGLER).

Die Faziesanordnung der Halite wie der sulfatisch-pelitischen Salinarserien im Unteren und Oberen Gipskeuper der DDR zeigen deutliche Reaktion auf die großen Strukturelemente (BEUTLER & SCHÜLER, 1979, Abb. 1 u. 3).

Die „early Cimmerian phase (early Rhaetian)“, wahrscheinlich begleitet von einem zeitweiligen eustatischen Tiefstand, betraf große Teile des NW-europäischen Rift-Systems (ZIEGLER, 1981). Eine neue marine Passage nach N wird eingeleitet.

In den Becken liegt höherer Keuper konform auf der Unterlage, auf beckeninternen Schwellen (max. 600 m Schichtausfall z. T. auf prä-mesozoischem Untergrund) und an den Beckenrändern diskordant. Dies ist eine der wichtigsten Diskordanzen im Deckgebirge, angesichts ihres flachen Winkels (wenig über 1 Grad) aber bislang zu wenig beachtet und erkannt.

Oberhalb dieser bedeutsamen Diskordanz folgen bei umgestelltem Strukturplan Rotsedimente fast ohne Evaporitbeteiligung („Caliche-Keuper“; RICHTER et al., 1980). Sie verursachte eine schwache Akzentuierung der größeren „positive elements“, von denen Klastika geschüttet wurden (z. B. „vindelizischer Keuper“ vor der Böhmisches Masse, WURSTER, 1964; ZIEGLER, 1981).

Darüber nimmt in der höchsten Obertrias unter geändertem Klima klastischer Einfluß zu, abgestimmt auf eine erstmalig wieder von N her zur Tethys durch-

Entwicklung des Sedimentbeckens und Stratigraphie der klassischen Germanischen Trias

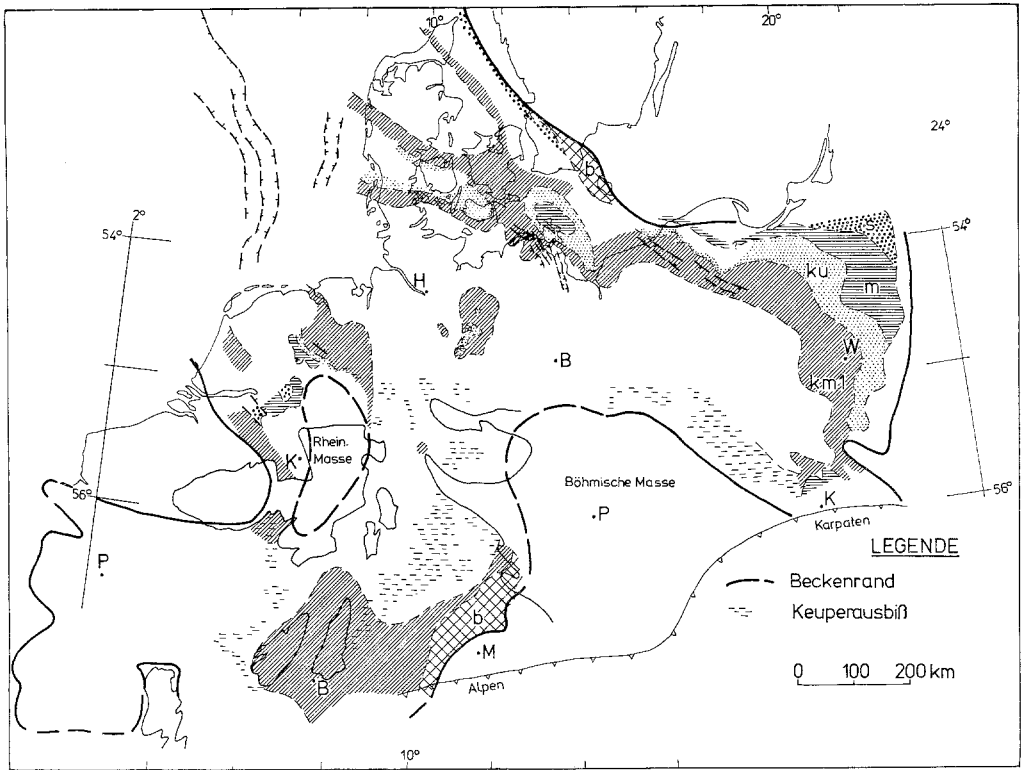


Abb. 5. Altkimmerische Hauptdiskordanz; Early Cimmerian unconformity; Dolomitmergelkeuper-Folge (vgl. Abb. 1, comp. fig. 1) diskordant über (unconformably overlies): b = Unterbau (basement), s = Buntsandstein (Bunter), m = Muschelkalk, ku = Lettenkeuper-Folge, km₁ = Gipskeuper-Folgen.

greifenden Transgression. Ihre Leitschienen halten sich an ein über die Entwicklungsstadien hinweg wirksames Muster.

Eustatischer Meeresspiegelanstieg verursachte im frühesten Jura eine regionale Transgression großer Teile NW-Europas und schuf eine marine Verbindung zwischen arktischen Meeren und der Tethys auf marinen Straßen. Diese Straßen und die bekannten Subsidenzmuster laufen noch konform mit den aus der Trias bekannten. Das ändert sich erst an der Wende Unterer zur Mittl. Jura in der „Mid-Cimmerian Phase“ (ZIEGLER, 1981).

Ausblick

Isopachenverläufe und Faziesdifferenzierungen markieren für Unt., Mittl. und Ob. Trias lagekonstante, langlebige Schwellen und Senken (z. T. bisher nur aus der Unt. Trias beschrieben). Die Maxima der Absenkung sind in den Teilbecken nicht „synchron geschaltet“ obwohl ihre Lage meist sehr konstant bleibt.

Spätestens seit dem Oberperm bekannte Strukturen (z. B. Spessart-Hunsrück-Oberharz-Schwelle; LEIFELD & KULICK, 1981) konstanter Lage steuern die Mächtigkeits- und/oder Faziesverteilung und/oder Schichtausfälle (vor allem im Buntsandstein und Keuper). Die „Eichsfeld-Schwelle“ (RICHTER, 1936), erweitert zur Eichsfeld-Oberharz-Altmark-SW-Mecklenburg-Schwelle, ist tatsächlich ein noch länger durchstreichendes (Spessart-Oberharz-Schwelle bei BEUTLER, 1979) und vom Buntsandstein bis Keuper aktives Element mit z. T. krassen Mächtigkeitsreduktionen und/oder Schichtausfällen (vor allem H-Diskordanz und „Altkimmerische Diskordanz“).

Die Verteilung der Evaporite und Ausbreitung und Rückzug der Faunen folgt den Tiefen zonen der Becken. Neben mariner Konzentration, wie z. B. im Röt (HOLSER & WILGUS, 1981), sind möglicherweise in erheblichem Umfang in Muschelkalk und maximal im Keuper umgelagerte Perm-Evaporite beteiligt (TRUSHEIM, 1970, Lit. in HOLSER & WILGUS, 1981).

Mit der strukturellen Umstellung an der H-Diskordanz wie der Altkimmerischen Diskordanz ist jeweils ein Sprung in der Akkumulationsrate der Sedimente verbunden (vgl. Abb. 1).

In der Isopachenkarte des Keupers ist ein unteres Stockwerk aus dem „Absenkungsstadium“ mit einem diskordanten oberen Stockwerk aus dem „Differenzierungsstadium“ vereint. Über vereinheitlichte Stratigraphie (DOCKTER et al., 1980) sollten diese Stockwerke möglichst schnell und weitreichend getrennt werden (wie z. B. in Polen).

Für eine saubere Erfassung der strukturell eminent wichtigen „Altkimmerischen Diskordanz“ über dem Top der „Oberen Gipskeuper-Folge“, müßte dieser oberste Evaporithorizont des Keupers so sorgfältig wie in Mitteldeutschland und Polen auch in der Bundesrepublik ausgehalten werden.

In der Bundesrepublik sollte mehr Zusammenarbeit zwischen Industrie, Ämtern und Hochschulen arrangiert werden, um an den Informationsstand in Frankreich, Polen und in der DDR anzuschließen und das umfangreiche Datenmaterial der Trias zu Isopachen- und Fazieskarten von Stufen und Unterstufen zu verarbeiten.

Literatur

- ALTHEN, G. W., RUSBÜLT, J., & SEEGER, J.: Ergebnisse einer regionalen Neubearbeitung des Muschelkalkes der DDR. — Z. geol. Wiss., 985—999, Berlin 1980.
- BEUTLER, G.: Verbreitung und Charakter der altkimmerischen Hauptdiskordanz in Mitteleuropa. — Z. geol. Wiss., 7, 617—632, Berlin 1979.
- : Beitrag zur Stratigraphie des Unteren und Mittleren Keupers. — Z. geol. Wiss., 8, 1001—1018, Berlin 1980.
- BEUTLER, G., & SCHÜLER, F.: Über altkimmerische Bewegungen im Norden der DDR und ihre regionale Bedeutung (Fortschrittsbericht). — Z. geol. Wiss., Berlin, 6, 403—420, Berlin 1978.
- : Zur Bedeutung rhenotyper Bruchstrukturen in der westlichen Ostsee während des älteren Mesozoikums. — Z. geol. Wiss., 9, 1139—1147, Berlin 1981.
- BEUTLER, G. & HÄUSSER, I.: Über den Schilfsandstein der DDR. — Z. geol. Wiss., 10, 511—525, Berlin 1982.
- BOIGK, H., & SCHÖNEICH, H.: Perm, Trias und älterer Jura im Bereich der südlichen Mittelmeer-Mjösen-Zone und des Rheingrabens. — Approaches to Taphrogenesis, 60—71, Stuttgart (Schweizerbart), 1974.

- Entwicklung des Sedimentbeckens und Stratigraphie der klassischen Germanischen Trias
- BOUMAN, M.: A palynological investigation of Keuper sequences in Franken, W-Germany, — Abstr. 72. Jahrestg. Geol. Ver., Würzburg 1982.
- BÜCHI, U. P., LEMCKE, K., WIENER, G., & ZIMDARS, J.: Geologische Ergebnisse der Erdölexploration auf das Mesozoikum im Untergrund des schweizerischen Molassebeckens. — Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing., **32**, Nr. 82, 7—38, 1965.
- COUREL, L. (coord.): Trias. — In: Synthèse géologique du bassin de Paris, **1**, 37—74; **2**, TR1—TR5, Mém. du B. R. G. M., **101/102**, Paris 1980.
- DIEHL, O.: Geologische Karte von Hessen im Maßstab 1 : 25 000, Blatt Lauterbach, mit Erläuterungen. — Darmstadt 1935.
- DOCKTER, J., LANGBEIN, R., SEIDEL, G., & UNGER, K. P.: Die Ausbildung des Unteren und Mittleren Keupers in Thüringen. — Jb. Geol., **3**, 145—194, Berlin 1970.
- DOCKTER, J., PUFF, P., SEIDEL, G., & KOZUR, H.: Zur Triasgliederung und Symbolgebung in der DDR. — Z. geol. Wiss., **8**, 951—963, Berlin 1980.
- DOUBINGER, J., & BÜHMANN, D.: Röt bei Borken und bei Schlüchtern (Hessen, Deutschland). Palynologie und Tonmineralogie. — Z. dt. geol. Ges., **132**, 421—449, Hannover 1981.
- DUCHROW, H.: Zur Keuper-Stratigraphie in Südostlippe (Trias, Nordwestdeutschland). — Z. deutsch. geol. Ges., **117**, 620—662, Hannover 1968.
- : Eustatische Meeresspiegelschwankungen als Ursache „Altkimmerischer“ Diskordanzen in der Germanischen Trias am Beispiel der Hunte-Schwelle (Nordwest-Deutschland). — Abstr. 72. Jahrestg. Geol. Ver., Würzburg 1982.
- DUCHROW, H., FEHLAU, K. P., KESSLER, G., LORENZ, W., PARIKH, R., SCHMIDT, C., & SCHOLZ, R.: Stratigraphie und Lithologie des Keupers im Lippischen Berglande. — Z. deutsch. geol. Ges., **117**, 371—387, Hannover 1968.
- EMMERT, U.: Muschelkalk. — In: Erl. Geol. Karte Bayern **1** : 500 000, 81—90, München 1964 (Bayer. Geol. LA).
- EYSINGA, F. W. B. VAN: Geological time table. — Amsterdam (Elsevier, 3rd ed.), 1975.
- FRANK, M.: Stratigraphie und Bildungsgeschichte des süddeutschen Gipskeupers. — Mitt. aus dem Mineral.-Geol. Inst. d. Techn. Hochschule in Stuttgart, **15**, Stuttgart 1930.
- GAJEWSKA, I.: Stratygrafia i rozwój kajpru w północzodnodniej polsce. — Pr. Inst. Geol., **87**, Warszawa 1978.
- GEYER, O. F., & GWINNER, M. P.: Einführung in die Geologie von Baden-Württemberg. — Stuttgart, 2. Aufl. (Schweizerbart), 1968.
- HOLSER, W., & WILGUS, CH. K.: Bromide profiles of the Röt salt, Triassic of northern Europe as evidence of its marine origin. — N. Jb. Min. Mh., 1981, **6**, 267—276, Stuttgart 1981.
- HOPPE, W.: Zur Bildungsgeschichte des Buntsandsteins im Germanischen Buntsandsteinbecken. — Z. geol. Wiss., **4**, 1457—1471, Berlin 1976.
- JARITZ, W.: Zur Entstehung der Salzstrukturen Nordwestdeutschlands. — Geol. Jb., **A**, **10**, Hannover 1973.
- JORDAN, R.: Salz- und Erdöl/Erdgas-Austritt als Fazies bestimmende Faktoren im Mesozoikum Nordwest-Deutschlands. — Geol. Jb., **A**, **13**, Hannover 1974.
- LEIFELD, D., & KULICK, J.: Regionale Erkundung des Kupferschiefers in Hessen im Vorfeld industrieller Exploration. — Statusbericht Rahmenprogramm Rohstofforschung, 281—290, Jülich 1981.
- MOESTA, F.: Blatt Netra der geologischen Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten mit Erläuterungen. — Berlin 1876.
- NÖLDEKE, W., & SCHWAB, G.: Zur tektonischen Entwicklung des Tafeldeckgebirges der Norddeutsch-Polnischen Senke unter besonderer Berücksichtigung des Nordteils der DDR. — Z. angew. Geol., **23**, 369—379, Berlin 1977.
- ODIN, G. S. & KENNEDY, W. J.: Géochimie et géochronologie isotopiques. — Mise à jour de l'échelle des temps mésozoïques. — C. R. Acad. Sc. Paris, **294**, 383—386, Paris 1982.

- RICHTER, D. K., LEITZ, F., & SCHRÖDER, B.: Evaporitic and caliche sequence in the upper Triassic near Coburg, Southern Germany. — IAS-Abstr., 1st Europ. mtg., 231—234, Bochum 1980.
- RICHTER, G.: Der Sedimentationsraum des Unteren Keupers zwischen Harz und Thüringer Wald. — In: Festschr. für H. STILLE, 116—136, Stuttgart 1936.
- ROSENFELD, U.: Beitrag zur Paläogeographie des Mesozoikums in Westfalen. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 156, 132—155, Stuttgart 1978.
- SCHMIDT-KALER, H.: Geologische Karte des Naturparks Altmühltal, Südliche Frankenalb 1 : 100 000 mit Kurzerläuterungen. — München 1979.
- SCHRÖDER, B.: Strukturell-fazielle Entwicklung N-Bayerns während Trias und Jura. — N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 138, 101—118, Stuttgart 1971.
- : Saxonische Tektonik im Ostteil der Süddeutschen Scholle. — Geol. Rdsch. 65, 1, 34—54, Stuttgart 1976.
- SCHÜLER, F.: Diktyogenetische Bewegungen im Buntsandstein des Nordostens der DDR. — Z. geol. Wiss., 8, 8, 1019—1028, Berlin 1980.
- SEIDEL, G.: Muschelkalk. — In: Geologie von Thüringen, 609—633, Gotha/Leipzig 1974.
- SENKOWICZOWA, H., & SZYPERKO-SLIWCZYNSKA: Stratigraphy and palaeogeography of the Trias. — Geological Institute, Bull. No. 252, Warszawa (50th Anniversary Symposium of the Geological Institute), 1975.
- SHELL GROUP: Standard legend, time-stratigraphic table. — The Hague 1980.
- THÜRACH, H.: Übersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleich zu den benachbarten Gegenden. — Geognost. Jh. 1, 75—162; 2, 1—90, Cassel 1888/89.
- TRUSHEM, F.: Zur Gliederung des Buntsandsteins. — Erdoel-Zeitschr., 7, 277—292, Wien-Hamburg 1963.
- : Zur Bildung der Salzlager im Rotliegenden und Mesozoikum Mitteleuropas. — Beih. geol. Jb., 112, Hannover 1971.
- WIEFEL, H., & WIEFEL, J.: Zur Lithostratigraphie und Lithofazies der Ceratitenschichten (Trias, Hauptmuschelkalk) und der Keupergrenze im östlichen Teil des Thüringer Beckens. — Z. geol. Wiss., 8, 1095—1121, Berlin 1980.
- WIENHOLZ, R.: Über den geologischen Bau des Untergrundes im Nordostdeutschen Flachland. — Jb. Geol., 1, 1—87, Berlin 1967.
- WOLBURG, J.: Die epirogenetischen Phasen der Muschelkalk- und Keuper-Entwicklung Nordwest-Deutschlands, mit einem Rückblick auf den Buntsandstein. — Geotekt. Forsch., 32, 1—65, Stuttgart 1969.
- WURSTER, P.: Geologie des Schilfsandsteins. — Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg, 33, Hamburg 1964.
- ZIEGLER, P. A.: Geologic evolution of North Sea and its tectonic framework. — Bull. Am. Assoc. Pet. Geol., 59, 1073—1097, Tulsa 1975.
- : Northwestern Europe: Tectonics and basin development. — Geol. Mijnbouw 57, 589—626, Amsterdam 1978.
- : Evolution of sedimentary basins in North-West Europe. — Petroleum geology of the continental shelf of North-West Europe, 3—39, London (Inst. Petroleum, London), 1981.