

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	4 (1997), 1	S. 19 – 29	10 Abb., 13 Lit.
----------------------------------	--------------	-------------	------------	------------------

Altkimmerische Bewegungen in Nordwestdeutschland

URSULA FRISCH und FRANZ KOCKEL

Einen großen Teil seines wissenschaftlichen Schaffens hat Günter Schwab der Entschlüsselung der Wechselwirkungen zwischen Tektogenese, Epirogenese und Sedimentation im Tafeldeckgebirge Norddeutschlands gewidmet. Schlüsselereignisse waren für ihn die altkimmerischen, speziell die keuperzeitlichen Bewegungen. Er legte somit ein Fundament, auf dem mit neuen Daten aufgebaut werden kann.

Grundlagen, Methodik, Ziele

Im Rahmen eines Förderungsvorhabens der Hans Joachim Martini-Stiftung beschäftigt sich eine Arbeitsgruppe der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, ebenfalls mit der Quantifizierung der altkimmerischen Bewegungen und ihren Auswirkungen auf die triassische Sedimentation. G. BEUTLER übertrug im Rahmen dieses Projektes die in Thüringen, Süddeutschland und Nordostdeutschland aufgestellte lithostratigraphische Gliederung des Keuper durch Log-Korrelation auf über 600 Bohrungen in Nordwestdeutschland (BEUTLER 1995). Auf der Grundlage der so harmonisierten Bohrungsbefunde konnten charakteristische Reflektoren im industrieseisemischen Netz geologisch angesprochen und im Ringschluß konnektiert werden. Bei Anwendung eines geeigneten Geschwindigkeitsmodells wurden auf dieser Basis Mächtigkeitskarten im Maßstab 1 : 500 000 für fünf Keuperpakete (Lettenkeuper, Unterer Gipskeuper, Schilfsandstein + Oberer Gipskeuper, Steinmergelkeuper und Rhät) konstruiert (z. B. Abb. 1), die sich somit nicht allein auf Bohrdaten, sondern zusätzlich auf die Auswertung mehrerer 10 000 km Reflexionsseismik stützen können. Aus den Mächtigkeitsdarstellungen lassen sich Lage, synsedimentärer Verwurf und Bewegungsdauer aller im Keuper wirksamen Störungen ablesen, ebenso wie die keuperzeitlichen halokinetischen Bewegungen der Salzkissen und Salzstöcke. Einige der so ermittelten Ergebnisse sollen hier anhand von Bildern, die im wesentlichen für sich selbst sprechen, vorgestellt werden (siehe Abbildungen 2–10).

Ergebnisse

Wie bereits im Buntsandstein vor Ablagerung der Solling-Folge (RÖHLING 1991 a, b) herrschte in Norddeutschland

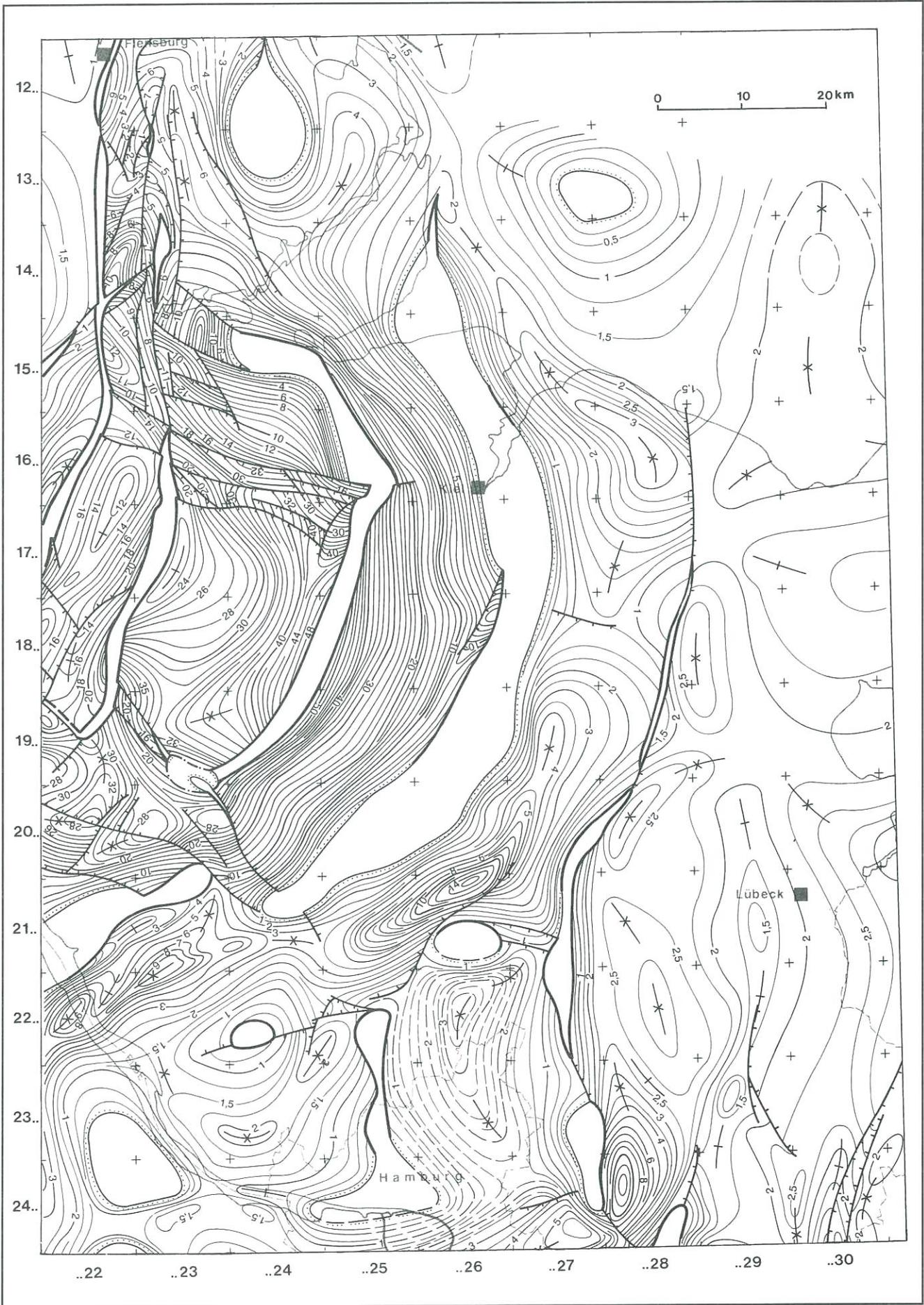
zur Zeit des Mittleren Keuper ein tensionales Streß-Regime, das im präsalinaren Sockel zur Bildung von Kippschollen und im postsalinaren Oberbau zur Ausbildung von synsedimentär wirksamen Gräben und Halbgräben führte. Diese Krustendehnung ist auf die ersten Öffnungsimpulse des Protoatlantik zurückzuführen. Die Dehnung war z. T. so stark, daß über den Sockelfugen das mobilisierte Zechstein- und Rotliegendes durch die Dehnungsspalten im Deckgebirge diapirartig aufsteigen konnte. Mehr als 50 % aller norddeutschen Salzdiapire entstanden im Keuper (JARITZ 1973). Über besonders mobilen Sockelfugen kam es sogar zu „Rafting“-Prozessen, in deren Verlauf breite Streifen des Zechsteinsalzes von ihren Deckschichten tektonisch entblößt wurden, z. B. am Allertal-Lineament (BEST 1997).

Die bedeutendsten Keupergräben in Nordwestdeutschland zeigen eine NNE- bzw. NNW-Erstreckung, aber auch die NW-SE-Richtung ist belegt. Die wichtigsten Gräben sind von E nach W

- der Braunschweig-Gifhorn-Graben über dem Braunschweig-Gifhorn-Störungsbündel, der in seiner nördlichen Verlängerung in die NW-Richtung einschwenkt (östliche Grabenschulter dieses Rifts ist die keuperzeitliche „Eichsfeld-Altmark-Schwelle“),
- der intern stark differenzierte und zerblokte Glückstadt-Graben auf der Westseite des Emtinghausen-Krautsand-Lineaments, der sich nach S in den Bremen-Graben fortsetzt und im N erst unmittelbar vor dem Ringköping-Fünen-Hoch an der dänischen Grenze endet,
- der Ems-Graben als Teil einer komplexen Riftzone, die vom Horn-Graben aus dem dänischen und deutschen Seegebiet nach S bis an die obere Ems am Nordrand des Münsterlandes zu verfolgen ist.

Dazu kommt noch eine große Zahl kleinerer Gräben und Halbgräben, auf die hier nicht eingegangen werden soll.

Die Bewegungen an den Grabenrand- und grabeninternen Störungen waren nicht immer gleichsinnig und synchron. Manche bewegten sich nur während des Unteren Gipskeuper, andere nur im Oberen Gipskeuper, wieder andere bewegten sich im Oberen Gipskeuper revers gegenüber den Tendenzen im Unteren Gipskeuper.



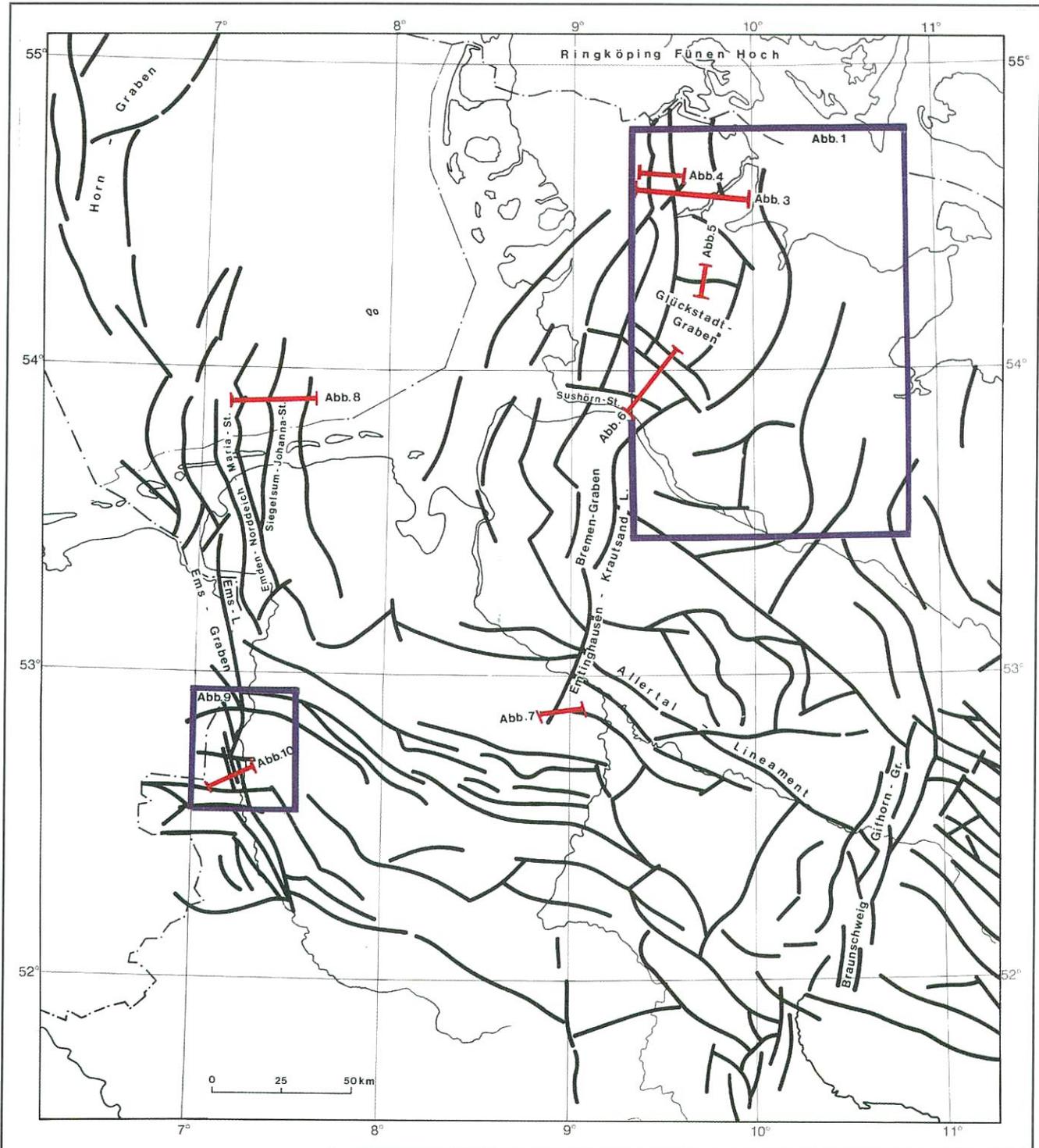


Abb. 2
Das Sockelschollen-Muster in Nordwestdeutschland mit Lage der Schnitte (Abb. 1, 3–10)

Abb. 1 (S. 20)
Mächtigkeit des Unteren Gipskeuper (in 100 m) in Schleswig-Holstein (Hamburg-Lübeck-Kiel-Flensburg) (zur Lage siehe Abb. 2)

Zentraler und nördlicher Teil des Glückstadt-Grabens. Der Westrand ist in einzelne, synsedimentär wirksame, schmale

Staffelschollen gegliedert. Auch der Ostrand besteht aus Einzelstaffeln. Bemerkenswert sind die keuperzeitlich wirksamen Störungssysteme, die den Graben in SE-NW- bzw. ESE-WNW-Richtung durchziehen (Looft- und Itzehoe-Störung im S, Rendsburg-Störungssystem im N). Diese sind, im Gegensatz zu den meridional streichenden Staffelländern, nicht salzbesetzt (vgl. auch Abb. 5 und 6).

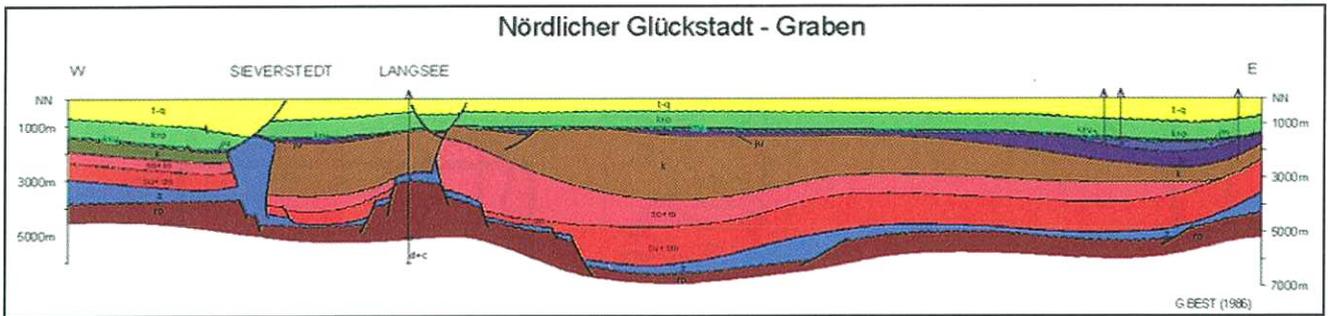
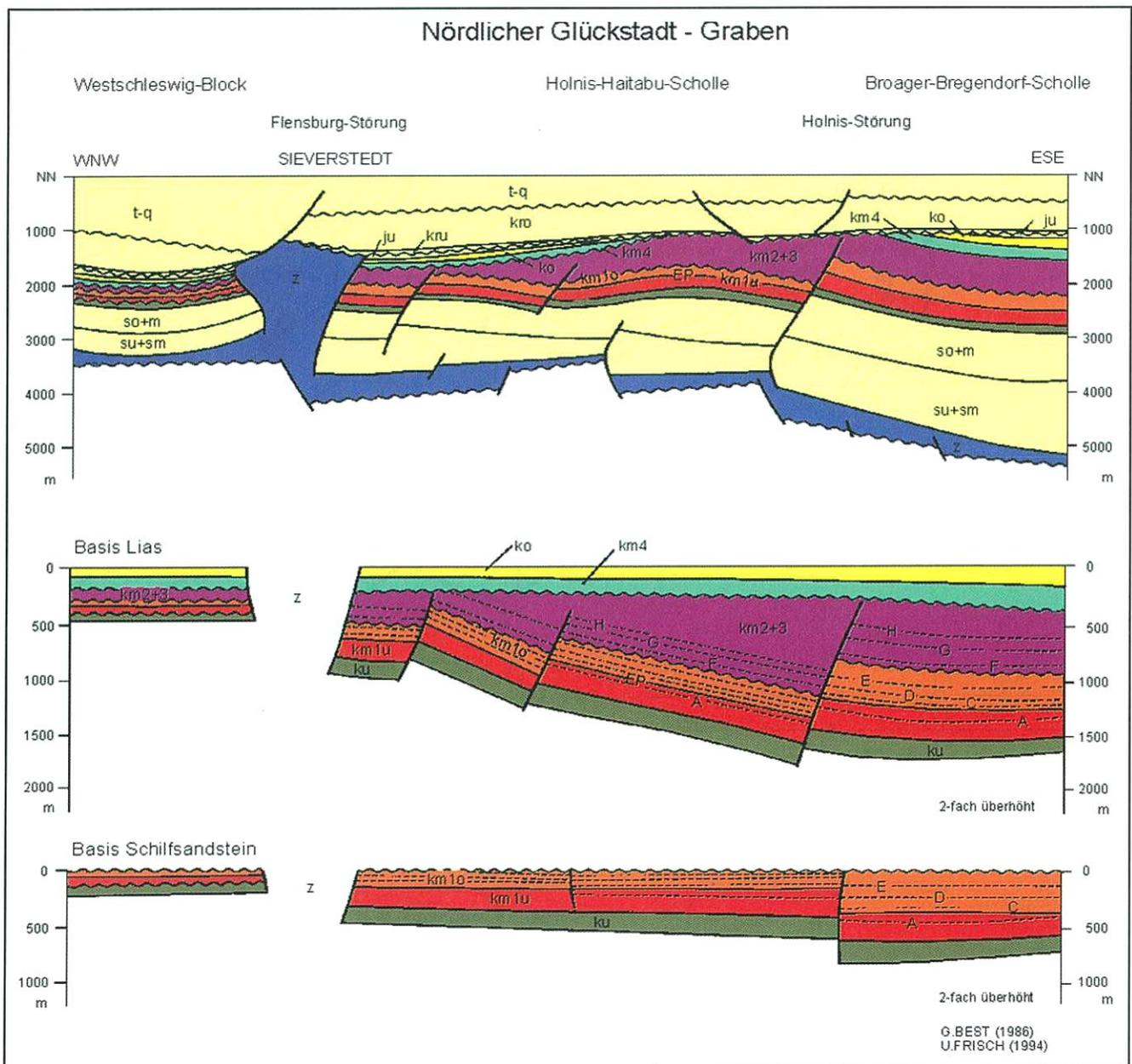


Abb. 3 W-E-Schnitt durch den nördlichen Glückstadt-Graben bei Schleswig (zur Lage siehe Abb. 2)
 Man erkennt das langsame Wachsen des Buntsandstein-Rifts gegen W durch Einbeziehung schmaler Staffelschollen in das Grabensystem im Röt/Muschelkalk und Keuper. Auf den Sockelfugen reiten die Salzstrukturen. Eine Inversion in der Oberkreide hat dieses Rift nicht erfahren.

Abb. 4 W-E-Schnitt durch den nördlichen Glückstadt-Graben (zur Lage siehe Abb. 2)
 oben: heutiger Zustand; Mitte: reduziert auf Basis Lias, 2fach überhöht; unten: reduziert auf Basis Schilfsandstein, 2fach überhöht.
 Fortsetzung Abbildungsunterschrift s. S. 24 unten



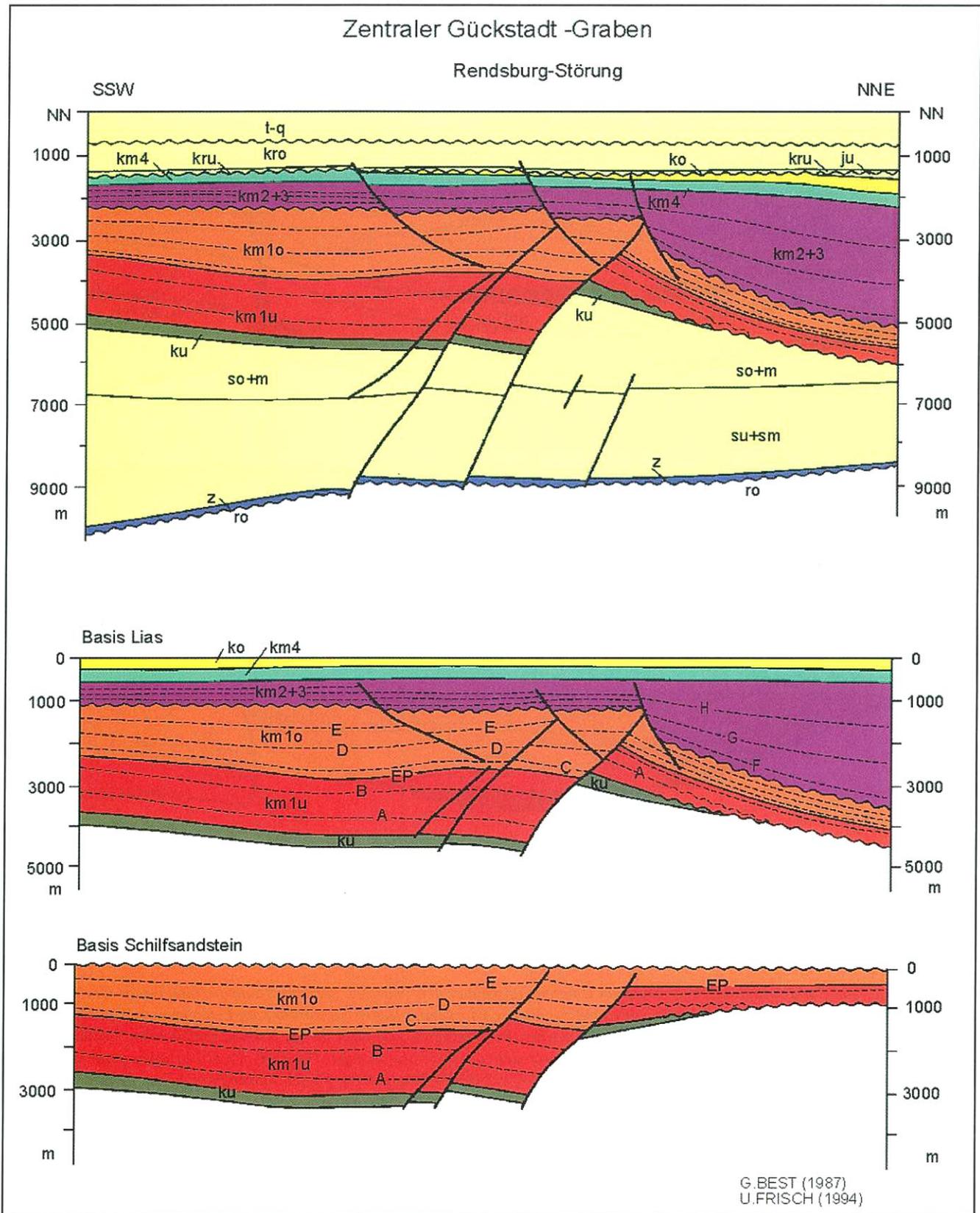


Abb. 5 Längsschnitt durch den nördlichen Teil des zentralen Glückstadt-Grabens (zur Lage siehe Abbildung 2, Legende wie Abb. 4)

Das Rendsburg-Störungssystem grenzte im Unteren Gipskeuper (km1u+o) den zentralen Senkungsbereich des Glückstadt-Grabens gegen NNE ab. Nördlich davon greift geringmächtiger Unterer Gipskeuper (km1u) über Lettenkeuper (ku), Muschelkalk (m) und Röt (so) über. Nach Ablagerung des Schilfsandstein (km2) bildete sich darüber ein NNE-abschiebendes Störungssystem aus. Die Hauptsubsidenz verlagerte sich in den nördlichen Graben-Abschnitt. Mit Beginn des Steinmergelkeuper (km4) waren die Bewegungen am Rendsburg-Störungssystem zur Ruhe gekommen.

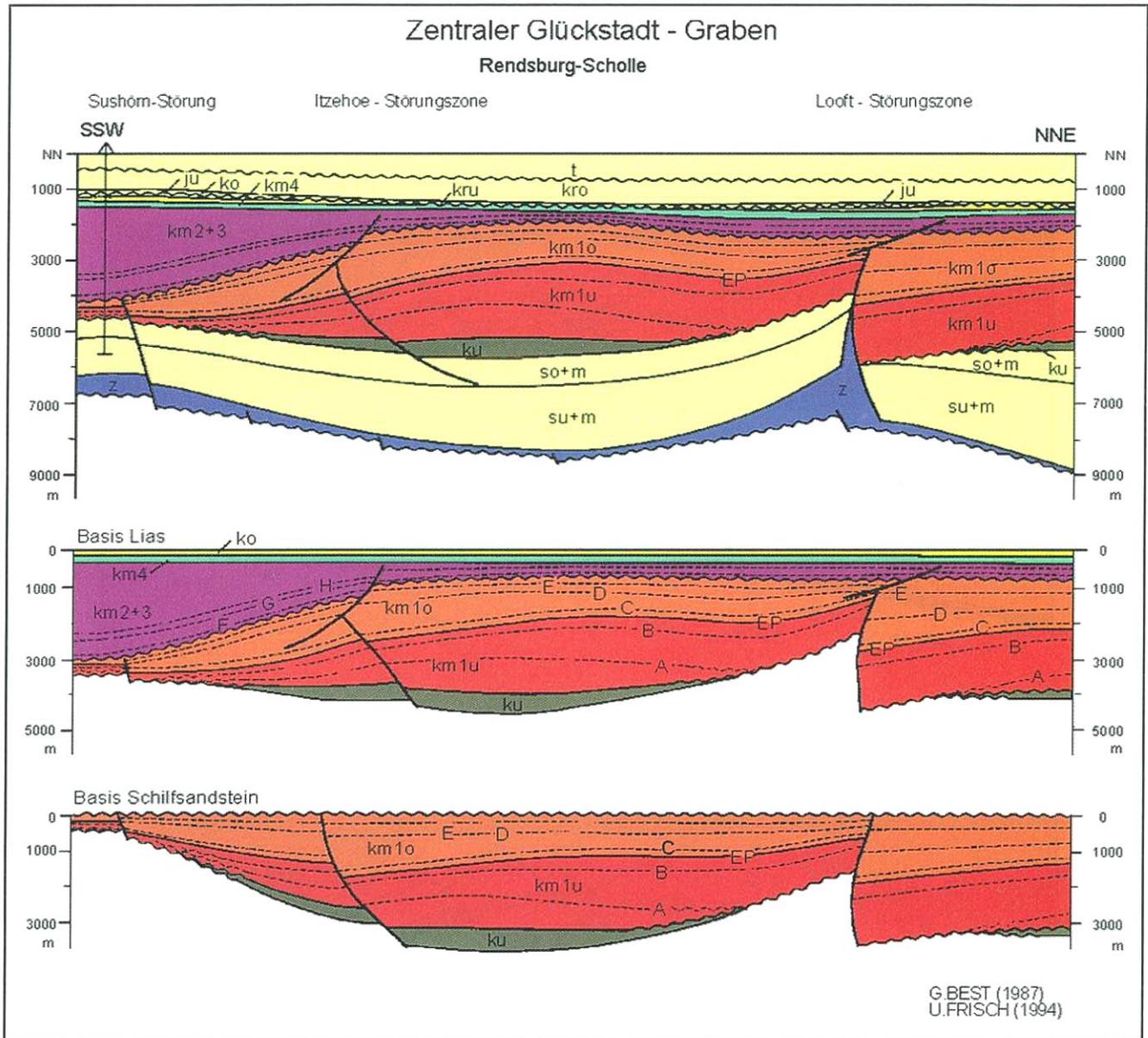


Abb. 6

NNE-SSW-Längsschnitt durch den südlichen Teil des zentralen Glückstadt-Grabens; (zur Lage siehe Abb. 2, Legende wie Abb. 4)

Looft-, Itzehoe- und Sushörn-Störung begrenzten im Unteren Gipskeuper den zentralen Senkungsraum des Glückstadt-Grabens gegen S. Im Bereich der Looft- und der Sushörn-Störung griff der Untere Gipskeuper (km1u) diskordant auf Lettenkeuper (ku), Muschelkalk (m) und Röt (so) über. Nach Ablagerung des Schilfsandsteins (km2) bildeten sich über diesen NNE-abschiebenden Störungen SSW-einfallende Abschiebungen aus. Das Depozentrum verlagerte sich im Oberen Gipskeuper (km3) in den Graben-Abschnitt südlich der Itzehoe-Störungszone. Mit Beginn des Steinmergelkeuper (km4) waren die Bewegungen an den Störungszonen zur Ruhe gekommen.

Fortsetzung von S. 22 (Abb. 4)

Signaturen: ku = Lettenkeuper; km1u = Unterer Gipskeuper bis Engelhofer Platte mit Salinaren A und B; EP = Engelhofer Platte; km1o = oberer Teil des Unteren Gipskeuper mit Salinaren C bis E; km2 = Schilfsandstein (bis ca. 30 m über der Diskordanzlinie; Obergrenze nicht ausgehalten); km3 = Oberer Gipskeuper mit Salinaren F bis H; km4 = Steinmergelkeuper; ko = Rhät.

Die Differenzierung des Grabenrandes östlich der Flensburg-Störung setzte im Unteren Gipskeuper (km1o) nach Ablagerung der Engelhofer Platte (EP) ein und verstärkte sich im Verlauf des Oberen Gipskeuper (km3). Die Taphrogenese war zu Beginn des Steinmergelkeuper (km4) beendet.

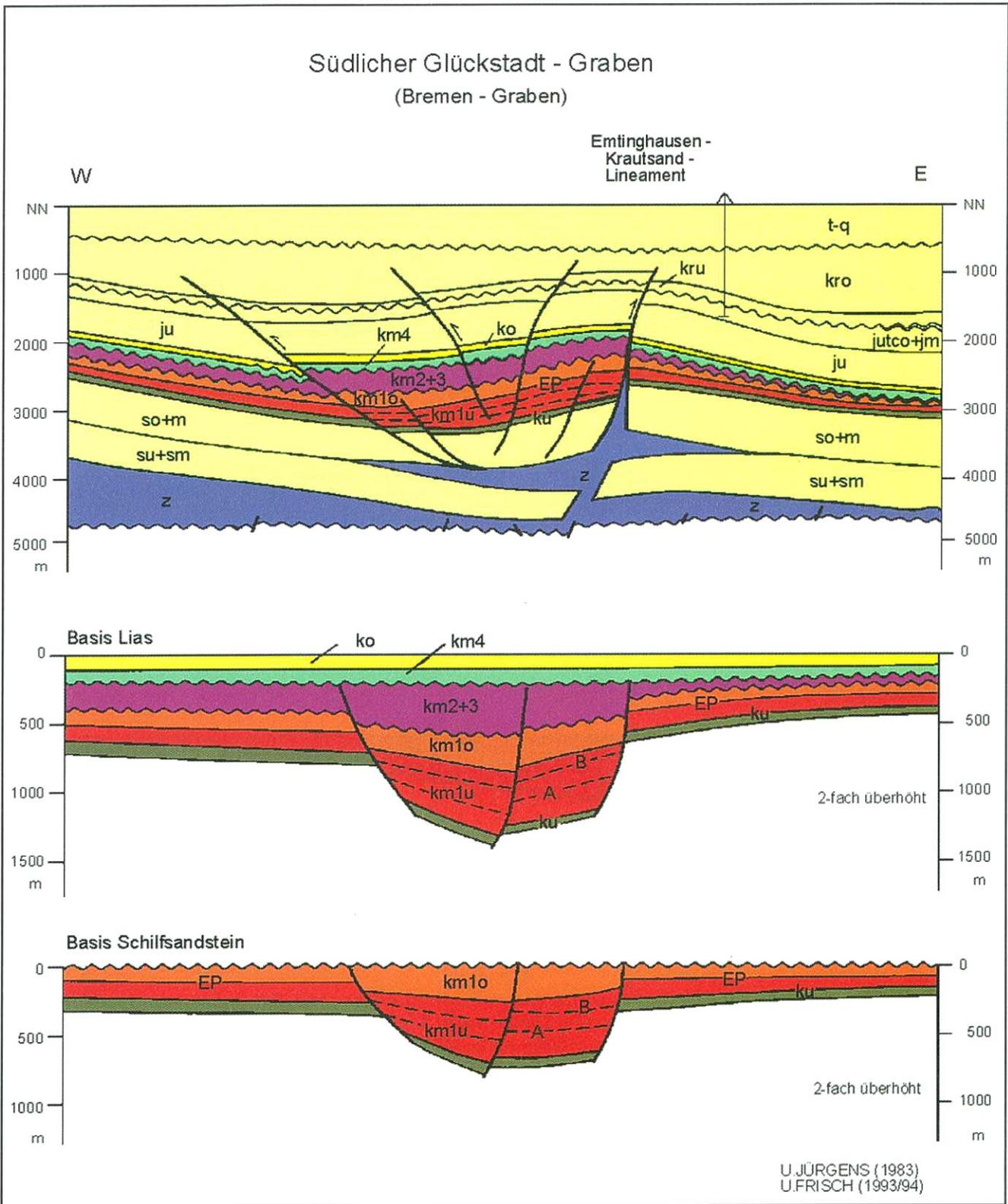


Abb. 7

W-E-Querschnitt durch den südlichsten Teil des Glückstadt-Grabens (Bremen-Graben) (zur Lage siehe Abb. 2, Legende wie Abb. 4)

Am W-Rand des Emtinghausen-Krautsand-Lineaments senkte sich während des gesamten Gipskeuper (km1, km3) ein schmaler, nur leicht asymmetrischer Graben ein. Mit Beginn des Steinmergelkeuper (km4) war die Riftbildung zur Ruhe gekommen. Die kompressive Überarbeitung des Grabens und die aufschiebenden Bewegungen am Emtinghausen-Krautsand-Lineament und seinen Parallel-Störungen erfolgte während des Inversionsaktes im Coniac und Santon.

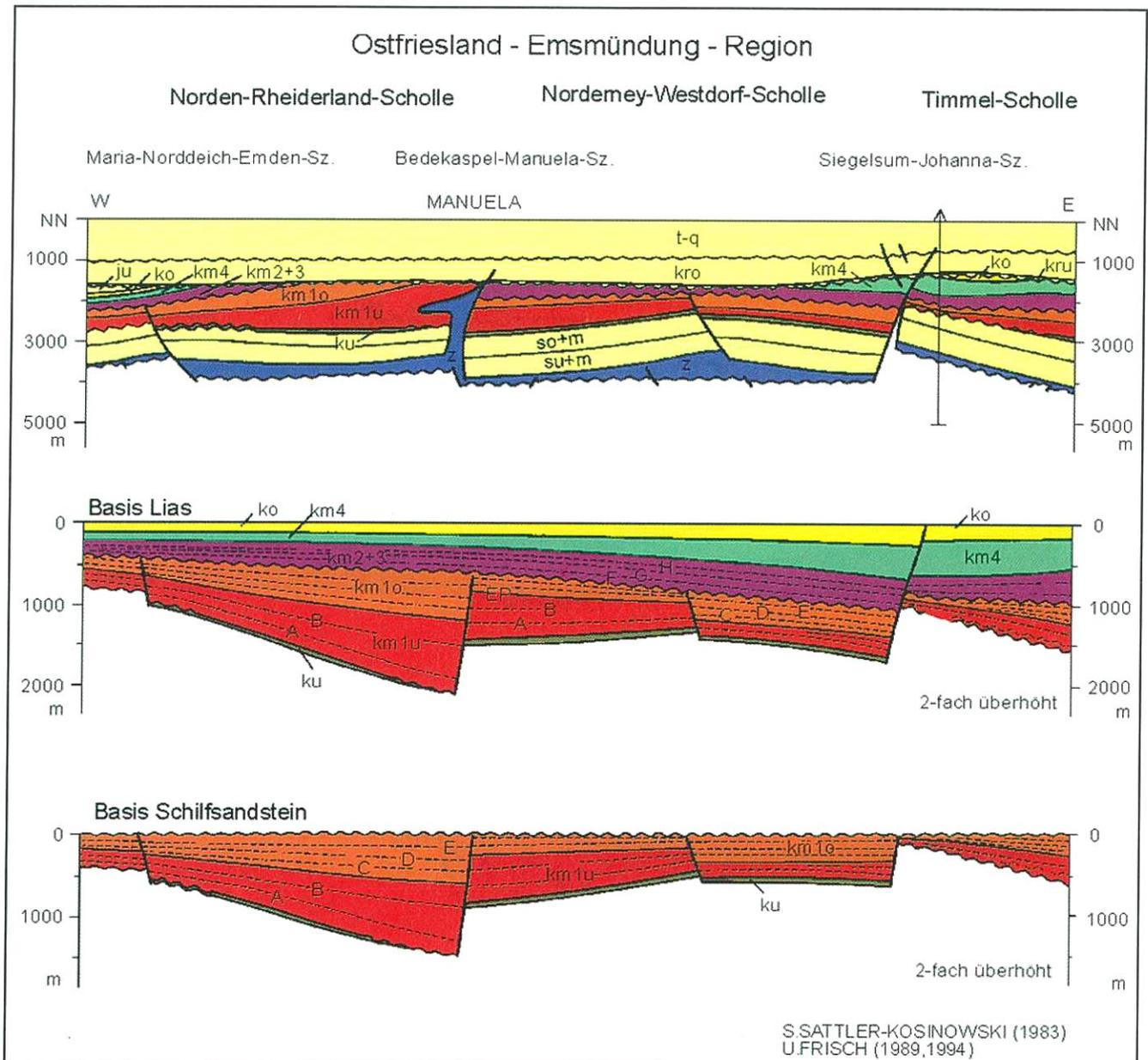


Abb. 8

W-E-Profil im Seegebiet nördlich vor den Ostfriesischen Inseln (zur Lage siehe Abb. 2, Legende wie Abb. 4)

Das ostfriesische Küstengebiet ist in zahlreiche N-S-streichende Sockel-Streifenschollen gegliedert, deren Rändern z. T. Salzstrukturen aufsitzen. Im Untersten Gipskeuper (km1u) entstand ein in sich gestaffelter Graben zwischen Maria-Norddeich-Emden-Störungszone und Siegelsum-Johanna-Sz. Im höheren Unteren Gipskeuper (km1o) bildete dann die Scholle östlich der Bedekaspel-Manuela-Störung einen internen Horst. Vor Ablagerung des Schilfsandstein (km2) kamen die meisten der Sockelstörungen zur Ruhe, nur die Siegelsum-Johanna-Störung blieb bis in das Rhät (ko) westabschiebend aktiv.

In den meisten Fällen waren die taphrogenetischen Bewegungen vor dem Beginn der Steinmergelkeuper-Sedimentation beendet, nur an wenigen Störungen lassen sich Bewegungen noch im Rhät nachweisen. Die lateralen Mächtigkeitsveränderungen von Steinmergelkeuper und Rhät sind relativ gering und oft durch posthume halokinetische Salzbewegungen in Salzkissen oder Diapiren gesteuert. Damit nimmt für die Riftingphase in der oberen Trias der Steinmergelkeuper eine ähnliche Funktion ein wie die Solling-Folge für die tief-triassischen Rifting-Bewegungen: beide Formationen überdecken die vordem

aktiven Störungssysteme, sie sind als „post-Rift“- oder „internal sag“-Sedimente anzusehen. Der Lettenkeuper dagegen ist ein „prä-Rift“-Sediment.

Die wichtigsten Rift-Sedimente sind die Salinare im Unteren Gipskeuper (A-E) und im Oberen Gipskeuper (F-H). Vor allem letztere können in den Graben-Depozentren sehr große Mächtigkeiten erreichen. Dabei sind sie sehr horizontbeständig und ihre Ablagerungsräume zeigen keine örtliche Abhängigkeiten von Diapiren prä-triassischer Salze (BEUTLER 1995).

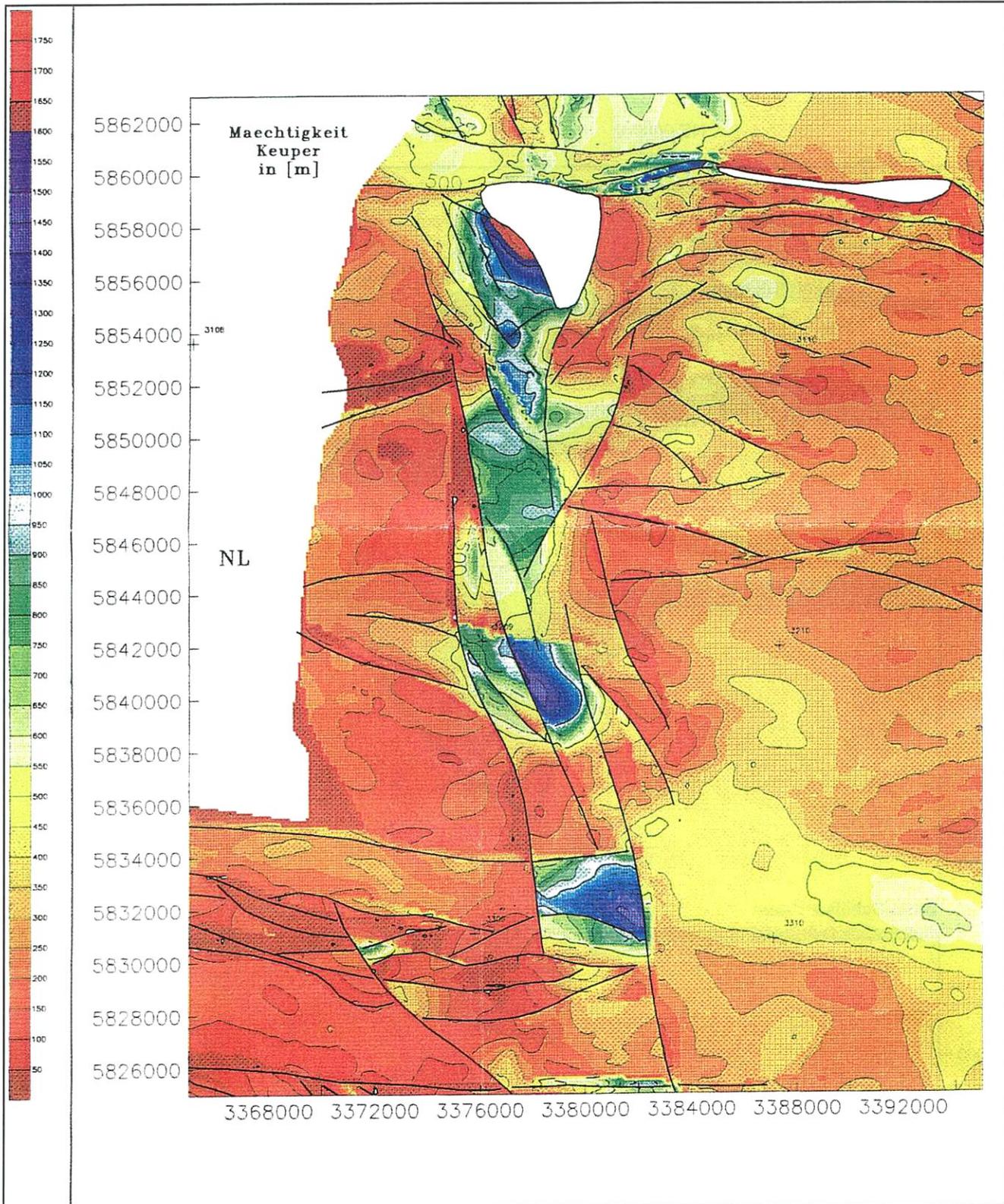


Abb. 9

Mächtigkeiten des Gesamtkeuper im Emsland (digital erstellte Mächtigkeitkarte, BINOT 1995)

Über dem NNW-streichenden Ems-Lineament entwickelte sich im Keuper ein von Meppen im S über Oberlanger Tenge nach NNW verfolgbarer, in sich differenzierter schmaler Graben, der Ems-Graben.

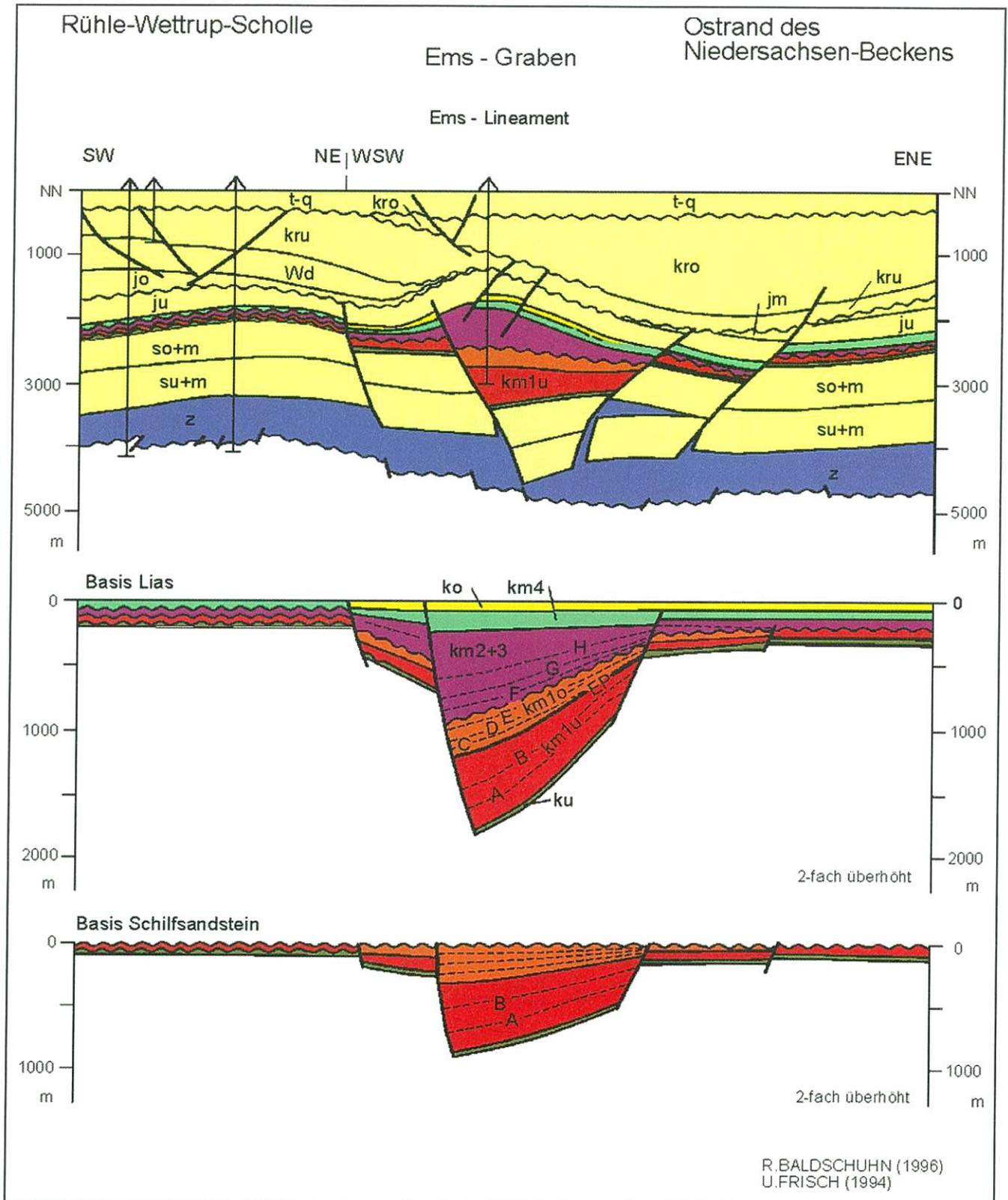


Abb. 10

SW-NE-Schnitt durch den mittleren Ems-Graben (zur Lage siehe Abb. 2, Legende wie Abb. 4)
Die Einsenkung des asymmetrischen Ems-Grabens begann im Unteren Gipskeuper (km1u+o) und kam erst nach Ablagerung des Rhät (ko) zum Stillstand. Die heutige Herauswölbung der Grabenfüllung ist eine Folge der oberkretazischen Inversion.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die Untersuchung altkimmerischer tektonischer Vorgänge und ihrer Auswirkung auf die Sedimentation des Keuper hat nicht nur akademische Bedeutung. Vielmehr sind sie ein Beispiel für anwendungsorientierte Forschung im Vorfeld wirtschaftlicher Nutzung der Geosphäre:

- Die Haupt-Gasgenese aus den oberkarbonen Kohleflözen im Zuge der Nachinkohlung erfolgte im Norddeutschen Becken während der Versenkung dieser Muttergesteine im Keuper. Es ist daher von Bedeutung, sich ein quantitatives und regionales Bild der keuperzeitlichen Subsidenz zu machen, um entsprechende verlässliche Modellvorstellungen zur Versenkungs- und Reifungsgeschichte zu entwickeln.
- Durch die Einschaltung mächtiger Keupersalinare wird die allgemein als konstant betrachtete Schallgeschwindigkeit im Keuper verändert. Feinkorrekturen an den verwendeten seismischen Geschwindigkeitsmodellen werden durch die Kenntnis der regionalen Verbreitung der Keupersalinare möglich.
- Keupersalze sind ideale Wirtsgesteine für Kavernenspeicher und untertägige Kavernen-Deponien, da in ihnen keine Kaliflöze und nur wenige kompakte Anhydrit-Lager auftreten. Besonders das „H“-Salinar im höheren Teil des Oberen Gipskeuper zeichnet sich lokal durch große Mächtigkeiten und Reinheit aus. Bevorzugt im Unterelberaum sind mächtige „H“-Salinar-Vorkommen ausgewiesen worden, die sich zur Nutzung als Kavernen-Wirtsgesteine anbieten. Die altkimmerischen Bewegungen steuerten die Sedimentationsvorgänge dieser Salzlager.
- Die Sandsteine des Rhät, insbesondere die des Mittel-Rhät, sind in Ostniedersachsen, dem östlichen Schleswig-Holstein und in Mecklenburg-Vorpommern wichtige Aquifere zur Gewinnung geothermischer Energie.
- Die Mächtigkeitsverteilung und Faziesentwicklung dieser Sande wird außer von den deltaisichen Sedimentationsprozessen von den posthumeren Bewegungen im hohen Keuper gesteuert.

Die hier vorgestellten Untersuchungen der altkimmerischen tektonischen Prozesse liefern somit belastbare Daten zur Lösung sehr praktischer Fragen und gliedern sich damit harmonisch in das Aufgabenprofil der staatlichen Geologischen Dienste ein.

Zusammenfassung

Anhand verschiedener geologischer Schnitte durch den Glückstadt-Graben, den Ems-Graben und Ostfriesland wird das räumliche und zeitliche Bewegungsmuster der Sockelschollen während der altkimmerischen Rifting-Phase im Keuper und die Auswirkungen dieser Bewegungen auf die Sedimentation aufgezeigt. Auf die Bedeutung dieser Untersuchungen für die Lösung praktischer Fragen (seismische Geschwindigkeitsmodelle, Kavernenstandorte, Geothermie) wird hingewiesen.

Summary

Geological cross-sections through the Glückstadt and Ems rift and East Friesland demonstrate the spatial pattern and

the timing of fault movements during the Early Kimmerian rifting phase in Mid-Keuper times and their effects on sedimentation. The impact of these investigations on the solution of practical problems (seismic velocities, selection of underground waste disposal and storage sites, development of geothermal energy) is pointed out.

Literatur

- BALDSCHUHN, R. (1996): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland 1 : 100 000, Blatt C 3506, Nordhorn. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. **104823**, 1 123, 16 Abb., 42 Anl.; Hannover
- BEST, G. (1986): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland 1 : 100 000, Bl. C 1122+1522, Glücksburg und Schleswig. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. **100028**: 44 S., 15 Abb., 21 Anl.; Hannover
- (1987): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland 1 : 100 000, Bl. C 1922, Rendsburg. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. **101666**: 1–27, 8 Abb., 18 Anl., Hannover
- (1996): Fließtektonik in Norddeutschland. - Erste Ergebnisse der reflexionsseismischen Untersuchungen an der Salzstruktur „Oberes Allertal“. - Z. dtsh. geol. Ges., **147**, 4: 455–464, 4 Abb., Stuttgart
- BEUTLER, G. (1995): Quantifizierung der altkimmerischen Bewegungen in Nordwestdeutschland, Teil I: Stratigraphie des Keupers, Bd. 1 u. 2. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. **113087**: 1–147, 35 Abb., 13 Tab., 5 Anl., Hannover
- BINOT, F. (1996): Digitale Tiefen- und Mächtigkeitskarten des Keupers in Nordwestdeutschland. - Unveröff. Bericht NLFb, Archiv-Nr. **114242**: 1–36, 6 Abb., 3 Tab., 25 Anl., Hannover
- FRISCH, U. (1989): Geotektonischer Atlas der Deutschen Nordsee 1 : 100 000, Blatt C 2306, Norderney. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. **102665**: 1–85, 16 Abb., 2 Tab., 30 Anl., Hannover
- JARITZ, W. (1973): Zur Entstehung der Salzstrukturen Nordwestdeutschlands. - Geol. Jb., **A 10**: 1–77, 3 Abb., 1 Tab., 2 Taf., Hannover
- JÜRGENS, U. (1983): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland 1 : 100 000, Bl. C3118, Bremen. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. **95717**: 1–77, 10 Abb., 51 Anl., Hannover
- KOCKEL, F. (ed.) (1996): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland 1 : 300 000, Teil 17,1, Schnitt Nr. 7 - Hannover (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe)
- RÖHLING, H.-G. (1991 a): A lithostratigraphic subdivision of the Early Triassic in the Northwest German Lowlands and the German Sector of the North Sea, based on Gamma Ray and Sonic Log. - Geol. Jb., **A 119**: 3–23, 1 Abb., 12 Anl., Hannover
- (1991 b): Lithostratigraphie und Paläogeographie des Unteren und Mittleren Buntsandsteins im Nordwestdeutschen Becken - eine Analyse der Schichtenfolge mit Hilfe geophysikalischer Bohrlochmessungen (Gamma-Ray und Sonic Log). - Unveröff. Diss. Univ. Heidelberg: 13–36, 106 Abb., 14 Tab., 38 Anl., Heidelberg
- SÄTTLER-KOSINOWSKI, S. (1983): Geotektonischer Atlas von NW-Deutschland 1 : 100 000, Bl. C2310, Esens. - Unveröff. Bericht BGR, Archiv-Nr. **95718**: 1–20, 24 Anl., Hannover

Anschrift der Autoren:

Ursula Frisch, Dr. Franz Kockel
 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
 Stilleweg 2
 30655 Hannover