

four wedges of skeletal calcirudite (uppermost Tortonian and lower Messinian), each capped by an erosion surface and less tectonically tilted upward, exhibit a clear successive landward onlap relationship. Within the lower two units representatives of the Bryomol association predominate, the upper two are Rhodagal carbonates with few specimens of *Tarbellastrea*, interpreted to mirror carbonate ramps formed in an increasingly warm temperate climate. Three units of Chlorozoan facies on top (reefal frameworks formed essentially by *Tarbellastrea*, *Porites*, coralline algae, and stromatolites, *Halimeda* beds, and oolites), separated by erosional unconformities, indicate tropical conditions that prevailed in the lower and upper Messinian. The southeastern flank documents an identical trend of increasing surface water temperatures (uppermost Tortonian and Messinian), however, with a different number of Bryomol/Rhodagal and Chlorozoan units (7/2). Syngenetic fault activity (truncation of units along normal faults) proves variations of uplift histories on both flanks to be tectonic in origin. Interpretation of the climatic signal therefore provides a significant stratigraphic tool to understand sedimentary processes operating within a framework of active tectonic topographic shaping and its interference with global sea level change.

Anwendung von Spektral-Gamma Ray Messungen zur sequenzstratigraphischen Analyse in Schwarzschieferabfolgen

JUNGHANS, W. D., RÖHL, H.-J. & SCHMID-RÖHL, A.

Institut & Museum für Geologie & Paläontologie Universität Tübingen, Sigwartstr. 10, D-72074 Tübingen

Gamma-Ray Messungen helfen häufig, trans-/regressive Tendenzen in einer sedimentären Abfolge festzustellen. An einem Fallbeispiel aus marinen Schwarzschieferablagerungen soll aufgezeigt werden, inwieweit Spektral-Gamma-Ray Messungen neue Informationen für sequenzstratigraphische Interpretationen liefern können.

Anwendung und Methodik

Um die Verlässlichkeit der erzeugten Spektraldatensätze in Hinblick auf mögliche transgressive/regressive Zyklen zu überprüfen, wurde im Steinbruch der Fa. Rohrbach-Zement Dotternhausen ein 10m mächtiges Posidonienschiefer-Profil mit einem Spektral-Gamma Ray Gerät (GS-256; Fa. Geofyzika) im Abstand von ca. 10cm gemessen. Den Messwerten wurden darüber hinaus verschiedenen geochemischen (TOC, Karbonatgehalt, RFA usw.), sedimentologischen und paläontologischen Datensätzen (RÖHL 1998, SCHMID-RÖHL 1999) gegenübergestellt. Mit dem Gamma-spektrometer wird das Gesamt-Gamma-Ray und die Radioisotopgehalte von ^{40}K , ^{238}U , ^{232}Th gemessen. Neben den Absolutwerten werden die Th/K und Th/U-Verhältnisse zur näheren Charakterisierung von Ablagerungsverhältnissen herangezogen (ADAM & WEAVER 1958, PARKINSON 1996, DAVE & ELLIOT 1996).

Messergebnisse

1. Das Th/K-Verhältnis, das in manchen Fällen zur Differenzierung proximaler von distalen Ablagerungsräumen benutzt wird (z. B. PARKINSON 1996), schwankt im Posidonienschiefer um den Wert 4,5 und läßt keinen übergeordneten Trend erkennen. Die Tonmineralzusammensetzung abgeleitet aus dem Th/K-Verhältnis zeigt eine unspezifische 'mixed layer'-Tonmineralzusammensetzung an.
2. Das Th/U-Verhältnis ist durchgehend < 2 und weist damit auf reduzierende Bedingungen im Ablagerungsraum hin (ADAM & WEAVER 1958, DOVETON 1994). Allerdings kommen Kurzzeit-Schwankungen in der Sauerstoffverfügbarkeit nicht zum Ausdruck. Diese konnten durch chemische Parameter und faunistische Untersuchungen belegt werden (RÖHL 1998, SCHMID-RÖHL 1999, FRIMMEL 1998). Der Th/U-Kurven-

verlauf zeigt keine Übereinstimmung mit anderen Redoxparametern und ist daher im Posidonienschiefer für die Rekonstruktion von Fluktuationen in der Sauerstoffverfügbarkeit nicht geeignet.

3. Bei den Absolutwerten zeigt die Kalium- und Thorium-Verteilung eine positive Korrelation mit dem Anteil an siliziklastischem Material und spiegelt damit den Grad der karbonatischen Verdünnung wider.
4. Der Verlauf der Urankurve, der durch RFA-Analysen gestützt wird, zeigt im Bereich der Inoceramenbank (Grenze falciferum/bifrons-Zone) ein deutliches Maximum. Eine relative Anreicherung aufgrund geringerer karbonatischer Verdünnung und generell fehlendem pristinen Phosphat kann ausgeschlossen werden. Auch eine verstärkte chemische Fällung von Uran unter erniedrigten pH- und Eh-Bedingungen ist für den angegebenen Profilabschnitt als Erklärung nicht plausibel, da dort die TOC-, TOC-KfB- und Schwefel-Werte erniedrigt und sogar Benthosbesiedlungen und damit Sauerstoffverfügbarkeit nachweisbar sind (RÖHL 1998). Dieser Abschnitt ist allerdings durch eine Konzentration phosphatischer Fischreste (Wirbel etc.) gekennzeichnet („Kloake-/Schlacken“-Horizonte). Uran liegt hier offensichtlich an die phosphatischen Wirbeltierreste angelagert vor.

Stellt man die Kurvenverläufe von Kalium, Uran und Thorium den anderen Datensätzen gegenüber, so zeigen sich Übereinstimmungen. Verschlechterte Erhaltungsbedingungen, Sauerstoffverfügbarkeit und Kondensation fallen mit der maximalen Anreicherung von Uran zusammen. Insbesondere die Gegenläufigkeit der ansonsten überwiegend parallel verlaufenden Uran- und TOC-Kurve weist für diesen Bereich auf eine 'maximum flooding zone' hin. Kalium und Thorium sind hingegen erwartungsgemäß am stärksten zu Zeiten eines Meeresspiegel-Minimums angereichert. Der sich in allen Parametern widerspiegelnde Verlauf gleicht insgesamt der Meeresspiegelentwicklung nach HALLAM (1992).

Es zeigt sich, dass in marinen Schwarzschieferabfolgen eine Spektral-Gamma Ray Untersuchung ein wertvolles Tool für die sequenzstratigraphische Analyse sein kann. Für eine genaue Interpretation ist es darüber hinaus jedoch wichtig weitere Analysenparameter heranzuziehen.

- ADAMS JOHN, A.S. & WEAVER CHARLES, E. (1958): Thorium to Uranium ratios as indicators of sedimentary processes: Example of concept of geochemical facies. - Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., **42**: 387-430.
- DAVIES, S.J. & ELLIOTT, T. (1996): Spectral gamma ray characterization of high resolution sequence stratigraphy: examples from Upper Carboniferous fluvio-deltaic systems, County Clare, Ireland. - Geol. Soc. Spec. Pub., **104**: 25-35.
- DOVETON, J. H. (1994): Geologic Log Interpretation. - SEPM Short Course, **29**: 33-52.
- FRIMMEL, A. (1998): Hochauflösende Untersuchungen von Biomarkern und stabilen Kohlenstoffisotopen des Posidonienschiefers (Lias ε) in SW-Deutschland. - Unpubl. Dipl.-Thesis, Universität Tübingen.
- HALLAM, A. (1992): Phanerozoic sea-level changes. - Perspectives in paleobiology and earth history series: 1-266, New-York.
- HAQ, B.U., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R. (1988): Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. - (In: WILGUS, C.K., HASTINGS, B.S., POSAMENTIER, H., VAN WAGONER, J., ROSS, C.A. & KENDALL, C.H.G. Eds.: Sea-Level Changes - An Integrated Approach), SEPM Spec. Publ., **42**: 71-108.
- PARKINSON, D.N. (1996): Gamma-ray spectrometry as a tool for stratigraphical interpretation: examples from the western European Lower Jurassic. - Geol. Soc. Spec. Pub., **103**: 231-255.
- RÖHL, H.-J. (1998): Hochauflösende paläökologische und sedimentologische Untersuchungen im Posidonienschiefer (Lias epsilon) von SW-Deutschland. - Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe A, **47**: 1-170.
- SCHMID-RÖHL, A. (1999): Hochauflösende geochemische Untersuchungen im Posidonienschiefer (Lias epsilon) von SW-Deutschland. - Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe A, **48**: 1-189.