

**Sedimentology:** The strata of the PaCF (thickness ca. 350 m) consist mainly of light gray, medium to coarse grained, locally calcareous quartzsandstones and quartzites up to 1,5 m thick, grading laterally and/or vertically into gray, conglomeratic quartzsandstones as well as microconglomerates, interspersed irregularly with clasts up to boulder size. The interlayers are made up of

- dark gray to black, light mica-chloritoid-rutil-bearing, up to 0,8 m thick, fine grained sandstones, siltstones and slate schists with intercalated chert laminae and carbonate-lenses;
- massive, clast- and matrix-supported, polymictic, up to 95 cm thick conglomerate-strata.

In general, the clasts and pebbles are badly sorted to unsorted, and their roundness is positively correlated with their size. The provenance of these clasts can be grouped into 1. intra- and 2. extraformational fractions:

1. They show all the lithologies mentioned above, which originated from reworked parts of the stratigraphic substratum; in places, plasticlasts occur.
2. They yield lithologic equivalents of exposed parts (2.1.) of the S-Tuscan Palaeozoic as well as buried and deeply eroded elements (2.2.-2.3.) of it:
  - 2.1. Dolostones (<9 cm (max diameter)), cherts (<4 cm) and black shales resemble lithotypes of the Risanguigno Formation [RF] (CONTI et al. 1991), which underlies the PaCF with erosive unconformity;
  - 2.2. calcareous oolites (<3,5 cm), indicating a high energetic inner shelf environment: probably a chronological equivalent of the RF;
  - 2.3. predominantly white and gray quartz (<4 cm) and quartzites (<7,5 cm) as well as rarely schorl (<3 cm); accessory reddish quartz occurs: these clasts point to an emerged, distal distributive hinterland-province of granitic bulk composition, whose eroded material matured by polycyclic reworking during fluvial transportation.

The arenaceous strata are laminated on dm- to the mm-scale. The inter- and intrastratal contacts of the medium- to coarse grained layers is throughout erosive and these surfaces of separation are generally not persistent. Their morphology is even bedded, trough shaped, irregularly wavy, rippled and flaser-bedded. Rarely, meter-scaled hummocky cross stratification occurs, which indicates tempestite-events according to GALLOWAY & HOBDAI (1983).

**Interpretation:** The PaCF has been deposited in a shallow marine, inner shelf and barrier beach environment, characterized by a high dispersivity of energetic indexes. Due to its low palaeolatitude position (<20° S) near the southern coast of the E-W striking Rheic Strait between Gondwana and Palaeoeurope (McKERRROW & SCOTSESE 1990), the environment has been influenced by seasonal tropical storms. So, the coarse grained main lithologies may represent amalgamated proximal tempestites, which reworked the laminated siltstone- and shale-interlayers (deposited during quiescent periods), older tempestites and parts of the RF. Off-shore bottom currents, compensating for coastal wind setup, crossed the Carpineta outer shelf and triggered turbiditic and olisto-stromatic input into the adjacent Farma Extensional Basin (ENGELBRECHT 1997).

COCOZZA, T. et al. (1978) Continental Permian in Southern Tuscany. - (In: TONGIORGI, M.: Report on the Tuscan Palaeozoic Basement), 35-49, CNR-PFE, Pisa.

CONTI et al. (1991): Boll. Soc. Geol. It., 110: 523-541, Roma.

ENGELBRECHT, H. (1997): Zur Geologie der Zone von Monticiano-Roccastrada. - Diss. LMU Muenchen, Herbert Utz Verlag Wissenschaft.

GALLOWAY & HOBDAI (1983): Terrigenous clastic depositional systems. - 1-163. Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo.

McKERRROW & SCOTSESE (1990): Palaeozoic palaeogeography and biogeography. - Geol. Soc. London, Memoir No. 12.

JOLIVET, L. et al. (1998): Journal of Geophysical Res., 103/B6: 12123-12160.

## Untersuchungen zum Vorkommen und zur Stabilität von Tonmineralen in salinaren Fluiden

ENGELHARDT, H.-J.

DBE mbH, Abt. T-SGG, Rottlebener Weg 1, D-29475 Gorleben

Die Zusammensetzung von Tonmineralvergesellschaftungen und der spezifische Chemismus einzelner Tonminerale liefern grundlegende Informationen über das Ablagerungsmilieu und die physikochemischen Bedingungen der Diagenese. Der Kenntnisstand über viele genetische Prozesse ist jedoch bis heute lückenhaft. So ist beispielsweise die Wechselwirkung zwischen Tonen und hochkonzentrierten salinaren Fluiden nur ansatzweise erfaßt. Im folgenden werden daher Resultate der Untersuchungen von Salzsedimenten und wasserunlöslichen Rückständen mariner Evaporitformationen ("Salztonen") zusammengefaßt.

Paläozoische und tertiäre Salztonen enthalten neben detritischem 2 M<sub>1</sub>-Illit, für das salinare Milieu spezifische Schichtsilikate mit hoher Mg-Konzentration, wie Talk, Koenenit, Chlorit und im geringeren Umfang Sepiolith und Serpentin. Von den quellfähigen Phasen hat nur Corrensit eine größere Bedeutung. Smektit findet sich dagegen nur lokal. Seine Bildung wird auf vulkanische Prozesse zurückgeführt. Smektit tritt im Zechstein in der 100. Linie des Unteren Werra-Steinsalzes (z1WSU, NaI $\alpha$ ) auf, im Kontakt zu miozänen Basalten, während Montmorillonit des Werra-Anhydrits nach KÜHN (1968: 484) aus vulkanischen Tuffen entstand. Kaolinite finden sich in Evaporitgesteinen nicht.

Die mineralogischen Befunde sind mit geochemischen Daten korrelierbar: Niedrige Fe<sup>2+</sup>-Anteile, insbesondere im Vergleich zu Al, K und Fe<sup>3+</sup> sind auf das Auftreten von Pennin, Klinochlor oder Sheridanit anstelle des häufigen Rhipidoliths zurückzuführen. Hohe Gehalte trioktaedrischer Minerale bewirken ein Anstieg der Mg-Konzentration. Die K/Rb-Verhältnisse der Illite schwanken zwischen Werten paläozoischer Tonschiefer und der oberen kontinentalen Kruste. K-Ar-Alter bis 780 Ma lassen vermuten, daß Wechselwirkungen mit salinaren Fluiden nur einen geringen Einfluß auf die Illite hatten. Berechnungen des Al/(Fe+Mg)-Verhältnisses belegen höhere Diagenesegrade als der Durchschnittsillit von WEAVER & POLLARD (1973) und niedrigere als 10-Å-Phasen in Rotliegend-Sedimenten und devonischen Tonschiefern.

Arbeiten zur Mineralogie und Geochemie von Sedimenten in Salzseen beschreiben Neubildungen von Tonen mit Faserstruktur, z. B. Palygorskit und Sepiolith, von Talk sowie trioktaedrischer Smektit, wie Stevensit und Saponit, aus denen bei hohen Mg-Gehalten der Porenwässer Corrensit entsteht. Die Mineralneubildungen bewirken im Vergleich zum chemischen Stoffbestand der Tone im Liefergebiet u.a. eine signifikante Zunahme der Mg-Konzentration.

Die Naturbeobachtungen erlauben die Schlußfolgerung, daß insbesondere trioktaedrische Schichtsilikate mit in Evaporitformationen vorkommenden, d. h. MgCl<sub>2</sub>-haltigen Lösungen weitgehend im Gleichgewicht stehen. Entscheidend für die Stabilität der einzelnen Mg-haltigen Phasen ist offensichtlich das Si/Al-Verhältnis in den Fluiden. Dioktaedrische Montmorillonite werden dagegen über geologische Zeiträume in nicht- oder geringer quellfähige Strukturen (Corrensit) umgewandelt, wobei Montmorillonite, die aus der Degradation von Illit entstanden eine geringere Stabilität aufweisen sollten, als Montmorillonite vulkanischen Ursprungs. Kaolinit ist ebenso in konzentrierten Salzlösungen, mit für Tone hohen Gehalten potentieller Zwischenschichtkationen nicht stabil. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß die meisten Daten wasserunlöslicher Rückstände von Evaporitgesteinen aus Untersuchungen von Ablagerungen des Zechsteins stammen. Inwieweit Kaolinit und Montmorillonit in das Zechsteinbecken eingetragen wurden, ist unsicher. Die Zufuhr größerer Mengen an Montmorillonit und 7-Å-Mineralen dürfte jedoch auf der Basis eines Vergleiches mit dem Tonmineralbestand von Rotliegendesedimenten und vor dem Hintergrund, daß das Zechsteinmeer von variszischem

und fennoskandischem Gebirge umrahmt wird zweifelhaft sein.

KÜHN, R. (1968): Geochemistry of the German Potash Deposits. - Geol. Soc. of Amer., Spec. Paper, **88**: 427-504.

WEAVER, C.E. & POLLARD, L.D. (1973): The Chemistry of Clay Minerals. - Developments of Sedimentology, **15**: 1-213, (Elsevier) Amsterdam/London/New York.

## Schwermetallgehalte von Evaporitgesteinen

ENGELHARDT, H.-J.

DBE Gorleben, Abt. T-SGG, Rottlehener Weg 1, D-29475 Gorleben, engelhardt@dbe.de

Evaporite haben ein breites Anwendungsspektrum, beispielsweise als Speisesalz oder als Rohstoff für Chemikalien, die in der Glas-, Kunststoff-, Arzneimittel- und Chemischen Industrie Verwendung finden. Für zahlreiche Anwendungen werden bezüglich des Anteiles von Spurenelementen an die Salze hohe Anforderungen gestellt. Im Gegensatz zu Ammonium, Brom oder Rubidium (z. B. MATTENKLOTT 1994) ist jedoch der Kenntnisstand über die Gehalte und das Verhalten von Schwermetallen im salinaren Milieu noch lückenhaft.

Evaporitformationen bestehen petrographisch aus Salzen, die vor allem bei der Eindunstung des Meerwassers kristallisierten und wasserunlöslichen klastischen Partikeln. Zu letzteren zählen Ton- und Schwerminerale, Quarz, milieuspezifischen Minerale wie Talk, Serpentin und/oder Koenenit sowie in Abhängigkeit der physikochemischen Bedingungen organische Substanz, [Hydr-] Oxide oder Sulfide. Als erster Ansatz für ihren chemischen Stoffbestand kann die durchschnittliche Zusammensetzung der oberen kontinentalen Erdkruste angenommen werden. Wechselwirkungen mit salinaren Fluiden führten jedoch zu einer Abnahme der Anteile zahlreicher Schwermetalle, z. B. Cd, Fe, Pb, Zn, während Mineralneubildungen lokal eine Anreicherung von Cu und/oder Zn verursachten.

Eine Abschätzung der Größenordnung der Schwermetallgehalte von wasserlöslichen Mineralen ist möglich auf der Grundlage der Meerwasserzusammensetzung. Auf dieser Basis enthält die Summe der auskristallisierenden Evaporitminerale bei vollständiger Eindunstung des Meerwassers weniger als 5 µg/kg Cd, Cr, Hg und Pb, sowie maximal 10 µg Mn, 25 µg Cu, 85 µg Fe, 130 µg Zn und 170 µg Ni pro Kilogramm.

Die Resultate der Kalkulationen belegen, daß die Spurenelementgehalte im Meerwasser nur sehr geringe Schwermetallanteile der Evaporitminerale verursachen können. Ein wesentlicher Nachteil der Berechnungen ist jedoch, daß zahlreiche geochemische Prozesse unberücksichtigt bleiben. So reichern sich beispielsweise spezifische Metalle in einzelnen Phasen an. Zweifelhaft ist auch, ob der Anteil der sämtlicher Spurenelemente des Meerwassers seit dem Paläozoikum konstant ist. Ein Argument für eine größere Variation ist die im Vergleich zu den Hauptkomponenten geringe Aufenthaltsdauer der Schwermetalle im Meerwasser. Zusätzlich ist festzustellen, daß die Konzentration einzelner Spurenelemente in der Meerwasserlösung biologisch kontrolliert wird. Große Beachtung ist auch der Sensibilität zahlreicher Schwermetalle gegenüber Veränderungen der Eh-pH-Bedingungen zu widmen. Zur Klärung des Verhaltens der Spurenelemente im marinen Milieu bieten sich folgende Möglichkeiten an:

- Experimentelle Ermittlung von Verteilungskoeffizienten. Bisherige Untersuchungen Fe-haltiger Systeme ergaben für Carnallit Koeffizienten  $b < 0,25$ . Blei wird in NaCl und KCl fixiert ( $b > 1$ ), während Kieserit, Carnallit, Anhydrit und Gips praktisch kein Blei aufnehmen.
- Untersuchungen der Kristallisate und Lösungen in Meerwassersalinen.

- Bestimmungen des Chemismus von Evaporitgesteinen, bzw. -mineralen. Zahlreiche Literaturdaten haben jedoch den Nachteil, daß eine unzureichende Trennung der wasserunlöslichen von der wasserlöslichen Fraktion erfolgte, wodurch sich zu hohe Elementgehalte für die Salzminerale ergeben.
- Untersuchung salinärer Fluide, die als Restlösungen ("Ur-laugen") identifizierbar sind, unter Berücksichtigung des Eindunstungsstadiums.
- Untersuchung von Salzsolen, wie sie bei der Herstellung von Kavernen in Evaporitformationen entstehen.
- Geochemische Modellierungen auf thermodynamischer Datengrundlage.

Der vorliegende Datenbestand wird zusammengefaßt, bewertet und im Kontext mit aktuellen Analysendaten diskutiert.

MATTENKLOTT, M. (1994): Die Bromid- und Rubidiumverteilung in Carnallitgesteinen. - Dissertation, 1-214, TU Clausthal.

## Das Potential der Palynofazies-Analyse für die Rekonstruktion mesozoischer Ablagerungssysteme

FEIST-BURKHARDT, S. & GÖTZ, A.E.

Geologisch-Paläontologisches Institut, Technische Universität Darmstadt, Schnittspahnstr. 9, D-64287 Darmstadt

Alle organischen Bestandteile eines Sedimentgesteins werden als sedimentäre organische Substanz bezeichnet. Die lichtmikroskopische Untersuchung dieser organischen Bestandteile nennt man Palynofazies-Analyse, mit Hilfe derer Informationen zu Stratigraphie, Paläogeographie, Paläoökologie und Diagenese gewonnen werden können.

Die wesentlichen Faktoren, die die räumliche Verbreitung der sedimentären organischen Substanz in einem marinen Ablagerungsraum beeinflussen, sind die Nähe zum Land, die organische Produktivität, der Grad der Biodegradation und die hydrodynamischen Verhältnisse des Paläoenvironments. Diese Faktoren bestimmen die Verteilung der terrigenen, relativ allochthonen organischen Bestandteile (Phytoklasten, Pollen und Sporen), und der marinen, relativ autochthonen Bestandteile (z. B. Phytoplankton und Foraminiferentapeten).

Die Palynofazies-Analyse ermöglicht somit die Charakterisierung eines bestimmten Ablagerungsraumes und dessen unterschiedlicher Sedimente anhand der Variationen in der Zusammensetzung der sedimentären organischen Substanz. Hierin können distal-proximal und transgressiv-regressive Trends erkannt werden.

Anhand von Beispielen aus Trias, Jura und Kreide soll das hohe Anwendungspotential der Palynofazies-Analyse für die räumlich-zeitliche Interpretation mariner mesozoischer Ablagerungsräume demonstriert werden.

## Sideritgenese in lakustrinen Sedimenten

FELDER, M.\*, GAUPP, R.\* & WUTTKE, M.\*\*

\*Institut f. Geowissenschaften, Universität Jena, Burgweg 11, 07749 Jena. \*\*Landesamt f. Denkmalpflege, Rheinland Pfalz, Große Langgasse 29, 55116 Mainz

Siderit ist, als autigenes Mineral, das unter sehr eingeschränkten Bedingungen entsteht, gut geeignet um Aussagen über die chemische Zusammensetzung des Ausgangswassers zu ermöglichen. Während für viele Siderite eine früh diagenetische Entstehung als gesichert gilt (siehe u. a. MOZLEY & WERSIN 1992), wird die Herkunft von Sideritlaminae in paläogenen Seen Mitteleuropas noch