

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

diskutiert. Während BAHRIK (1989) von einer sehr frühen, diagenetischen Bildung ausgeht, nehmen GOTH (1990) und LUTZ (1999) eine primäre Fällung an. Nur wenn der Siderit primären oder sehr frühdiagenetischen Ursprungs ist, lassen sich Aussagen zum Seewasserchemismus treffen.

Um die Herkunft des Siderits zu klären und seine palökologische Aussagekraft zu testen, wird derzeit eine vergleichende, petrographisch-geochemische Studie an Sideriten unterschiedlicher paläogener Seen Mitteleuropas durchgeführt. Die untersuchten Seen, Enspel, Eckfeld, Messel, Prinz von Hessen, Groß-Zimmern, Offen-thal und Baruth waren klein (1-2 km²), meromiktisch und hatten ein kleines Einzugsgebiet.

Mit den bisher untersuchten Dünnschliffen aus Enspel (FELDER et al. 1999), Eckfeld und Baruth lassen sich mehrere morphologische Typen von Siderit unterscheiden. Es handelt sich überwiegend um Sideritlinsen und -laminae. Deren mikroskopische Untersuchung legt eine frühdiagenetische Bildung nahe:

1. Pyrit in den Sideritlaminae unregelmäßig, teilweise nestartig verteilt
2. Viele Laminae erweisen sich im Dünnschliff als Linsen oder Linsenpaare
3. Isolierte Sideritkristalle liegen ober- und unterhalb von Sideritlaminae.
4. Im zentralen Teil von Laminae feinkristalline Siderite, die zum Rand größer werden.
5. Siderit ersetzt Mikrofossilien und vulkanisches Glas.
6. Pollen und Dinoflagellaten sind innerhalb von Sideritkonzentrationen nicht kompaktiert.

Ausschließlich in Baruth kommen Sideritlaminae vor, bei denen anhand erster mikroskopischer Beobachtungen eine Fällung aus der Wassersäule nicht unwahrscheinlich ist.

Die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der Siderite von Messel, Eckfeld (BAHRIG 1989), Enspel und Baruth deuten auf methanogenetische Bildungsbedingungen hin, was ebenfalls einen diagenetischen Ursprung nahelegt. Bei den Sideriten von Enspel wurde auch eine Abhängigkeit der $\delta^{13}\text{C}$ -Werte vom Ca-Gehalt beobachtet. Ob dies auch in den Sideriten der übrigen Seen der Fall ist, muß noch geklärt werden.

Da das $\delta^{18}\text{O}$ -Isotopensignal des meteorischen Wassers in einem See durch das Niederschlags-/Evaporationsverhältnis modifiziert und zu höheren Werten verschoben wird, ist die Paläotemperaturbestimmung ohne weiteres nicht möglich.

Elementgeochemische Untersuchungen erfolgten bislang fast ausschließlich an den Sideriten von Enspel. Ein erster Vergleich mit der Sideritzusammensetzung einiger Proben von Messel (BAHRIG 1989) zeigt, daß sie insgesamt Mn-reicher und Ca-ärmer sind. Ob dies an den geologischen Rahmenbedingungen oder an seeinternen Faktoren liegt, ist bislang unklar.

BAHRIG, B. (1989): Stable isotope composition of siderite as an indicator of paleoenvironmental history of oil shale lakes. - *Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol.*, **70**: 139-1510.

FELDER, M., GAUPP R. & WUTTKE, M. (1999): Siderite precipitation in a small volcano-lacustrine basin (Lake Enspel/Germany). - Abstract Volume: P16, Lennou congress 25-28.5.1999, Poster Abstract.

GOTH, K. (1990): Der Messeler Ölschiefer - ein Algenlaminit. - *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, **131**: 1-143.

LUTZ, H. (1999): Zur Korrelation von Fazies und Fossilführung im Eckfelder Maar (Mitteleozän, Vulkaneifel, Deutschland). - *Mainzer Naturwiss. Arch.*, **36**: 39-46.

MOZLEY, P. S & WERSIN, P. (1992). Isotopic composition of siderite as an indicator of depositional environment. - *Geology*, **20**: 117-120.

Mikrofazies: Grundlagenforschung und Anwendung

FLÜGEL, E.

Institut für Paläontologie, Universität Erlangen-Nürnberg,
Loewenichstraße 28, D-91054 Erlangen

Mikrofaziesanalyse ist heute mehr als die Beschreibung, Klassifikation und Deutung von Karbonatgesteinen mit Hilfe von Dünnschliffen. Mikrofazies liefert Aussagen über Bildungsbedingungen und Entstehungsräume mariner und nichtmariner Karbonate, ist eine wesentliche Voraussetzung für die Erkennung von Veränderungen der Sedimentationsmuster in der Erdgeschichte, und schafft innovative Grundlagen für das Verständnis der Ursachen von Gesteinseigenschaften.

Neue Erkenntnisse über Karbonatsedimentation in nicht-tropischen Meeren (z. B. Kaltwasserkarbonate, 'vent and seep'-Karbonate) und in Riffen unterschiedlicher Entstehung, über die Rolle von Mikroben, Biofilmen und organischen Substanzen bei der Karbonatbildung (z. B. Mikritgenese) und über die Entstehung von biogenen und nichtbiogenen Kalk-Komponenten ermöglichen eine Verfeinerung bestehender Fazies-Modelle und eine sinnvolle Verwendung von Mikrofazies-Typen im Zusammenhang mit der Untersuchung von Sequenzen, Zyklen und der Rekonstruktion verschwindender Sedimentationsgebiete.

Qualitative und quantitative Analysen von 'Komponenten-Assoziationen' liefern Hinweise auf Paläoklima, Paläobreiten und Meeresspiegelschwankungen. Die detaillierte Untersuchung bestimmter Komponenten-kategorien (z. B. Onkoide, Rindenkörner) gestattet Aussagen über lokale und regionale Umweltparameter (z. B. Sedimentationsraten, Wassertiefe). Eine verfeinerte paläontologische Ansprache insbesondere von Kalkalgen und Foraminiferen führt zu einer verbesserten Gliederung von Rampen und Karbonatplattformen und erleichtert die Verfolgung der in der Zeit wechselnden Beziehungen von marinen Flach- und Tiefwasserkarbonaten.

Unsere Vorstellungen über 'Mikrofazies-Typen' und über die Einbindung von generalisierten Typen in konzeptionelle 'Faziesmodelle' sind im Umbruch begriffen. Standardfazies-Modelle haben sich im wesentlichen bewährt, müssen aber unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Skalen modifiziert und durch Modellierung überprüft werden. Hierbei sind globale Änderungen im Biomineralisations- und Erhaltungspotential kalkbildender Organismen in der Zeit (STANLEY & HARDIE 1998) und andere säkulare Schwankungen von besonderer Bedeutung.

Voraussetzung für die Erkennung dieser Änderungen sind Datenbanken. Deren Einsatzmöglichkeiten wird am Beispiel der Erlanger 'PaleoReef Data Bank' erläutert (KIESSLING et al. 1999).

Beziehungen zwischen Gefügetypen und petrophysikalischen Eigenschaften spielen eine zunehmend größere Rolle für die Charakterisierung karbontischer Speichergesteine (LUCIA 1999). Dies gilt auch für die 'Angewandte Faziesanalyse', in welcher Mikrofazies- und Diagenese-Daten ('Primärfazies') mit physikalisch-chemischen Parametern (z. B. Porosität, Permeabilität, Karbonatgehalt) in Beziehung gesetzt werden, um Hinweise auf die Ursachen für spezielle Gesteinseigenschaften (z. B. Verwitterungsanfälligkeit) zu erhalten (KOCH et al. 1997). Dieser Ansatz stimuliert neue Entwicklungen im Bereich der Kalksteinuntersuchung wie z. B. in der angewandten Natursteinforschung (Verwitterung, Konservierung) oder beim gezielten Abbau von Karbonatgesteinen bestimmter Qualität (z. B. hochreine Kalke). Weitere neue Einsatzmöglichkeiten der Mikrofaziesanalyse ergeben sich aus Fragestellungen der Archäologie (Herkunft von Keramik-, Mosaik- oder Baumaterial; Marmoranalysen; C. FLÜGEL et al. 1997, E. FLÜGEL & C. FLÜGEL 1998).

FLÜGEL, C., JOACHIMSKI, M.M. & FLÜGEL, E. (1997): Römische Keramik mit Marmoragerung: Herkunftsbestimmung mit Hilfe von stabilen Isotopen (Auerbergstöfpe in Süddeutschland). - *Archäologisches Korres-*