

## 7. Zusammenfassung

Die Untersuchung der Sedimentation unter hypersalin-anoxischen Bedingungen und die Beschreibung der damit zusammenhängenden geochemischen Prozesse sowie die Entwicklung von Modellen für die wesentlichen geochemischen Elementkreisläufe ist Ziel dieser Arbeit. Dafür standen 3 Sedimentkerne zur Verfügung, die während der METEOR-Fahrten M40/4 (1998) und M44/1 (1999) im bzw. in unmittelbarer Nähe des anoxisch-hypersalinen Urania-Beckens (östliches Mittelmeer) gewonnen wurden. Desweiteren wurden Sapropel aus der Nähe des Urania-Beckens in Bezug auf ihre Erhaltung bzw. ihre diagenetische Veränderung hin untersucht und mit den anoxischen Schlämmen des Urania-Beckens verglichen.

Ein Hauptbestandteil der Sedimente des Urania-Beckens ist elementarer Schwefel ( $S_{\text{elem}}$ ). Die Gehalte sind mit 6,5-18,9 Gew.% für marine Sedimente außergewöhnlich hoch. Die Quelle des Schwefels stellen messinische Evaporite dar, die angelöst werden und dabei Sulfat freisetzen. Dieses Sulfat wird durch bakterielle Aktivität zu gelöstem Sulfid reduziert. Dabei dient neben organischem Kohlenstoff ( $C_{\text{org}}$ ) vor allem Methan als wichtiger Reaktionspartner. An der Chemokline der Urania-Becken „Brine“ wird ein Grossteil des Sulfids zu  $S_{\text{elem}}$  oxidiert und sedimentiert am Beckenboden ab. Ein sehr geringer Teil des Sulfids bildet Pyrit, der mit ca. 1 Gew.% in den Sedimenten vertreten ist. Die S-Isotopenverteilung von  $S_{\text{elem}}$  und Pyrit ähnelt sich und zeigt mit  $\delta^{34}\text{S}$ -Werten zwischen -2 und -11‰ deutliche Unterschiede zu Werten von Pyriten, die z.B. in Sapropelen des östlichen Mittelmeeres vorhanden sind (in der Regel < -35‰). Da Sulfatlimitierte Verhältnisse in der Urania-Becken „Brine“ ausgeschlossen werden können, werden die hohen  $\delta^{34}\text{S}$ -Werte der reduzierten S-Spezies im Urania-Becken wahrscheinlich durch eine spezielle Population von (halophilen?) Bakterien erzeugt.

Die Karbonatmineralogie in den Urania-Becken Sedimenten unterscheidet sich mit ihren hohen Gehalten an Dolomit (ca. 1/3 des Gesamtkarbonats) ebenfalls stark von den typischen Kalkschlämmen des östlichen Mittelmeers. Ein erst vor wenigen Jahren veröffentlichtes Modell zur Dolomitbildung („microbial dolomite model“) kann zur Erklärung der Dolomitpräzipitation im Urania-Becken herangezogen werden. In diesem Modell sind hohe Gehalte an gelöstem Sulfat sowie hohe Sulfatreduktionsraten wichtige Bedingungen für die Dolomitbildung. Beide Voraussetzungen sind im Urania-Becken erfüllt. Aufgrund der Form und Grösse der Dolomitkristalle sowie des Chemismus der „Brine“ kann gefolgert werden, daß die Dolomitisierung schon in der „Brine“ selbst stattfindet.

Die starke Dolomitbildung in Sedimenten aus der unmittelbaren Umgebung des Beckens, die nicht unter „Brine“-Bedeckung abgelagert wurden, kann aufgrund der Sauerstoff-Isotopenverteilung in den Dolomiten mit evaporitischen Fluiden in Zusammenhang gebracht werden. Dadurch wird deutlich, daß die „Brine“ des Urania-Beckens nicht nur innerhalb des Beckens vorhanden ist, sondern auch in die Sedimente der Umgebung migriert.

An der tiefsten Stelle des Urania-Beckens werden rezent Fluide und Partikel aus tieferen Stockwerken in das Becken eingetragen. Eine wenige cm mächtige Schicht in den Ablagerungen von ausserhalb des Beckens belegt aufgrund ihrer mineralogischen, element- und isotopengeochemischen Ähnlichkeiten mit den Sedimenten aus dem Inneren des Urania-Beckens, daß anoxischer Schlamm auch ausserhalb des heutigen Beckens aufgedrungen ist. Dieses Ereignis kann aufgrund der Lage der exotischen Schicht direkt oberhalb eines Sapropels (S-1) zeitlich auf 6,7 ka festgelegt werden. Das Alter des Urania-Beckens ist bisher unbekannt, die exotische Schicht belegt jedoch, daß anoxischer Schlamm schon seit diesem Zeitpunkt im Bereich des Urania-Beckens abgelagert wurde.

Der Vergleich der Urania-Becken Sedimente mit Sapropelen des östlichen Mittelmeers, die ebenfalls unter anoxischen Bedingungen abgelagert wurden, ergab, daß die Unterschiede dieser

beiden Sedimenttypen sehr viel größer als die Gemeinsamkeiten sind. Dies ist auf die verschiedenen Ablagerungsprozesse und Materialquellen zurückzuführen. Erhöhte Ba-Gehalte in den Sapropelen, die verstärkte Bioproduktivität im Oberflächenwasser anzeigen, fehlen beispielsweise in den Urania-Becken Sedimenten, deren Bildung im Gegensatz zu den Sapropelen nicht klimagesteuert ist. Dagegen führen die hypersalinen Bedingungen in der „Brine“ zu besonderen Mineralisationen ( $S_{elem}$ , Dolomit), die in Sapropelen nicht vorhanden sind.

Die verschiedenen Sapropete, welche in einem Sedimentkern von ausserhalb des Urania-Beckens beprobt wurden, zeigen die ganze Bandbreite der Möglichkeiten der Sapropelerhaltung. Der jüngste Sapropel S-1 ist vollständig erhalten, dies wurde bisher noch nie bei einem S-1 aus größeren Wassertiefen beobachtet. Sapropel S-2 dagegen ist komplett oxidiert und nur noch aufgrund der Ba- und Mn-Verteilung im Kern nachzuweisen. Die Sapropete S-5 und S-6 weisen unterschiedlich starke Veränderungen durch eine nach unten wandernde Oxidationsfront auf. Sapropel S-3 liegt im Bereich des durch die Urania-Becken „Brine“ dolomitisierten Kernabschnitts. Bei diesem Sapropel konnten keine frühdiagenetischen Veränderungen durch eine Oxidationsfront festgestellt werden, jedoch hat die „Brine“ die Sulfatreduktion im Sapropel verstärkt, was zur vollständigen Auflösung der Karbonate in S-3 führte.