

3-20 Laminierte Sedimente des Toten Meeres

Warvierung nicht schlüssig nachgewiesen

Der Sedimentkern von Ein Gedi¹

1997/98 wurden mit dem Ziel der Rekonstruktion des Paläoklimas und der Paläoseismizität an vier Lokationen (Ein Feshkha, Ein Gedi, Hever und Ze'elim) entlang der rezenten Uferlinie der Westküste des Toten Meeres (Abb. 1) Kernprofile, teilweise bis in 21 m Tiefe, entnommen (MIGOWSKI 2001).

Im Ein-Gedi-Profil besteht der oberste Teil aus einer Abfolge alternierender Mergel- und Aragonitlagen mit gelegentlichen Einschaltungen von Gipslagen, die MIGOWSKI als „obere Aragonit-reiche Sequenz“ bezeichnet. In einem Teilbereich dieser Folge, in einer Tiefe von 0,78 m bis 3,04 m, sind weitestgehend durchgängig feine Hell-/Dunkellagen ausgebildet. Sie werden von MIGOWSKI als Warven (Warvierung) angesprochen; final zählt sie für diesen schwebenden Abschnitt 1505 „Warven“, die sie mit 1505 Kalenderjahren gleichsetzt.

Interpretation

Aufgrund der petrographischen Merkmale interpretiert MIGOWSKI (S. 46f) die Sedimentbildungsbedingungen am Beckenrand des Toten Meeres als Winter-Flutereignisse aus den unmittelbar angrenzenden Wadis. Dabei wird Detritus in den See transportiert und als klastische Lage sedimentiert; die evaporitischen Lagen entstehen in Abhängigkeit des Ioneneintrags des Frischwassers sowie der Evaporationsrate. Reine Aragonit- und Gipslagen werden als Fällungsprodukte der niederschlagsfreien Monate angesehen. Die auftretenden Kombinationen (Muster) von klastischen Lagen, Aragonit- und Gipslagen (weniger häufig) ordnet sie jeweils einem Jahr zu, wobei nie mehr als drei Lagen ein Jahr bilden (Tab. 1). So wird beispielsweise einer Abfolge aus klastischer Lage und Aragonitlage, die von einer klastischen Lage überdeckt wird, dem ersten Lagenpaar ein Jahr zugewiesen. Folgt dagegen eine Gipslage, bilden alle drei Lagen zusammen ein

Jahr. Definitionsgemäß beginnt jeweils ein Jahr mit einer klastischen Lage. Zwei gut ausgeprägte, unmittelbar übereinanderliegende klastische Lagen werden als zwei Flutereignisse innerhalb eines Jahres interpretiert.

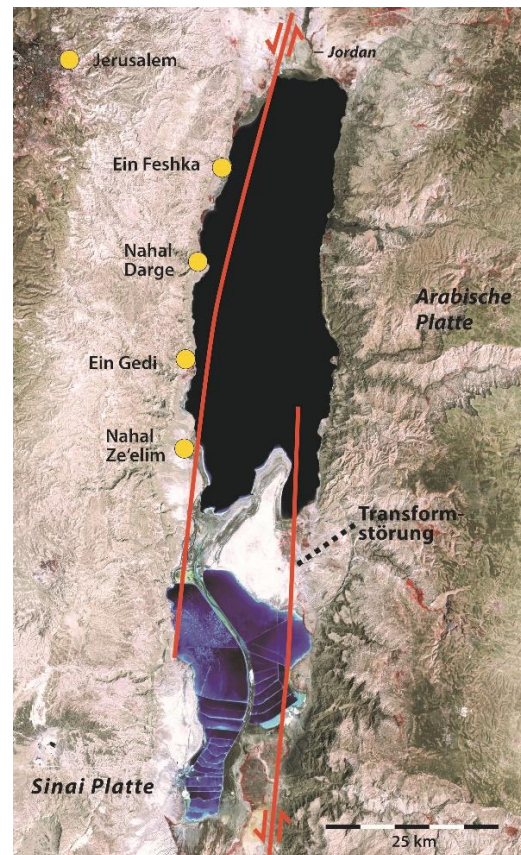


Abb. 1 Satellitenaufnahme des Toten Meeres. Eingefügt sind die Orte der Entnahme der Bohrkern an der Westküste sowie der Verlauf der Transformstörung. Foto: NASA; Eintragungen durch den Verfasser.

Die Überleitung von einem Flutereignis zu einer Jahresschichtung wird von MIGOWSKI allerdings nicht ausreichend vertieft und begründet. Einerseits beobachtet und folgert sie (S. 35-36): „Die Hypothese der unmittelbaren Ausfällung von Aragonit als Folge von Ioneneintrag durch Flutereignisse (STEIN et al. 1997, BARKAN et al. 2001) wird von der Beobachtung gestützt, dass

¹ Dieser Beitrag ist im Wesentlichen ein Auszug aus *Das Erdbeben bei der Kreuzigung Jesu* (KOTULLA 2013).

bei den Abschnitten mit alternierender Ablagerung von klastischen und evaporitischen Lagen die Basis der Aragonitlagen unter dem Mikroskop häufig als dichtkristallisiert, von klastischem Material verunreinigt erscheint. Das bedeutet, dass die Ausfällung und Ablagerung des Aragonits bereits erfolgt, während sich der feinkörnige klastische Eintrag noch absetzt.“ Andererseits fährt sie unmittelbar fort: „Bei der Ausfällung und anschließenden Ablagerung reiner Evaporitlagen, meist Aragonit, spielt zusätzlich die Verdunstung eine große Rolle. Im Verlauf des Jahres, wenn die Temperaturen und somit auch die Verdunstung hoch genug sind, lagert sich Aragonit als reine Phase ab.“

Muster	Lagen (Basisabfolge)			Lagen (Wiederholung, nur erste Lage)			Abgrenzung 1 zu 2 Jahre	
	klastisch	Aragonit	Gips	klastisch	Aragonit	Gips	1	2
1a	X			X			X	
1b	X	(X)		X				X
2a	X	X		X				X
2b	(X)	X			X		X	
3a	X	X	X	X				X
3b	X		X	X				X
4a (revers 3a)	X	X ₂	X ₁	X				X
4b	X	X ₂	X ₁			X		X
äolisch							-	-

Tab. 1 Muster der Lagenabfolgen und Interpretation als Jahreslagen (Couplets bzw. Triplets). Die Tabelle zeigt insbesondere bei Wiederholung der Lagen, wie eine Abgrenzung abgeschlossenes Jahr/neues Jahr vorgenommen wird. Datenbasis: MIGOWSKI (2001).

Diskussion

NEEV & EMERY (1967) jedoch zeigten bereits, dass die Bildung von „Aragonit-Warven“ nicht auf die sommerlichen Ausfällereignisse (dem sogenannten „whitening“) zurückzuführen sind. Und die oben erwähnten BARKAN et al. (2001) folgern aufgrund ihrer Untersuchungen, dass zumindest ein Großteil der Aragonitausfällungen durch „Winterfluten“ (Jordan und Wadis) bedingt sind (HCO³⁻-Ioneneintrag des Frischwassers in den Ca²⁺-reichen hypersalinen See). Sie widersprechen damit auch der weithin akzeptierten Auffassung, dass die „Aragonitwarven“ des Lisan-Sees (dem Vorgängersee des Toten Meeres)

während der Sommermonate zu Zeiten erhöhter Evaporation gebildet wurden.

MIGOWSKI entwickelt die Flutereigniskette nicht zu Ende, insbesondere ob die reine(re) Aragonitlage nämlich als Abschluss des Flutereignisses zu interpretieren ist, nachdem sich der feinkörnige klastische Eintrag abgesetzt hat. Demzufolge wäre die nächste Sequenz, die mit einer klastischen Lage beginnt, nicht als Beginn eines neuen Jahres zu interpretieren, sondern zunächst einmal als ein nächstes Flutereignis. Weder werden die Ausfällgeschwindigkeiten für Aragonit noch die Ausfällvolumina diskutiert. Vor allem wird nicht auf den Umstand von mehr als zwei Flutereignissen (ausgelöst durch heftige Regenergüsse) in der niederschlagsreichen Herbst-/Winter-/Frühlings-Saison eingegangen. Denn mehrere, in der Anzahl schwankende Flutereignisse (oder auch keine) pro Regen-Saison würden das Konzept der Jahresschichtung bzw. der jahrgenauen Auflösung der Sedimentfolge unwahrscheinlich machen.

Hinsichtlich des Nachweises einer jahreszeitlichen Schichtung weiß MIGOWSKI um die „Komplexität des Systems“, denn „nach welchen Mechanismen die alternierende Ablagerung (...) erfolgt, ist noch nicht vollständig geklärt.“ Die Analyse wird zudem durch den anthropogenen Einfluss in den letzten Jahrzehnten (stark reduzierter Jordanzufluss) erschwert, „demzufolge erlaubt die heutige Situation am Toten Meer keine Rückschlüsse auf vergangene Verhältnisse.“

HEIM (1997) aber, so MIGOWSKI, soll Warven nachgewiesen haben. Er beschreibt aus mehreren, bis knapp 4 m tiefen Bohrkernen der Beckenmitte des Toten Meeres warvenähnliche Abfolgen. Nach seiner Beobachtung entwickelte sich die Laminierung durch alternierende Ausfällung von Aragonit oder Gips und der Sedimentation klastischen und organischen Materials, welches durch episodische Flutereignisse in den See transportiert wurde. Er kennt aber die Ergebnisse von BARKAN et al. (2001) noch nicht und konstruiert eine Jahresschichtung: „Thus the pollen data confirms that the dark layers formed in autumn-winter-spring while the light layers were deposited during summer.“

Radiokarboneeichte Warvenchronologie

Ungeachtet der unsicheren und umstrittenen Sachlage erachtet MIGOWSKI (S. 52) als Ergebnis ihrer Arbeit den Nachweis einer Warvierung aber als erbracht: „Die Übereinstimmung der

Sedimentationsraten beider Modelle (Warven- und ^{14}C -Chronologie) bestätigt die Richtigkeit des jährlichen Ablagerungscharakters für die ausgezählten Abschnitte des Profils. Auf der Basis des in dieser Arbeit aufgestellten Sedimentationsmodells kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass in allen Profilabschnitten, in denen eine Ausbildung von reinen karbonatisch- evaporitischen Lagen alternierend mit klastischen Lagen vorherrscht, eine Warvierung des Sedimentprofils vorliegt.“ Wird allerdings die Vorgehensweise nachverfolgt, so kann festgestellt werden, dass die „Warven-Chronologie“ und die daraus folgende Berechnung der Sedimentationsraten nicht unabhängig von der „ ^{14}C -Chronologie“ entwickelt wurde. MIGOWSKI beschreibt (S. 48), wie sie in einer Voruntersuchung anhand von Detailaufnahmen zunächst die Lagen zwischen den ^{14}C -Daten der Tiefen 2,50 m und 0,22 m in Schritten von 0,5 mm vermessen und gezählt hat. Die Zählung ergab für diesen zuvor ^{14}C -datierten Zeitraum von 1190-1450 Jahren (2σ) 1303 ausgezählte Einzellagen, darunter 432 Aragonitlagen, die mit 432 (Warven)jahren gleichzusetzen sind (in diesem Sinne wären nur etwa ein Drittel der Jahre repräsentiert). Sie stellt fest, dass im Vergleich mit den ^{14}C -datierten Zeitraum von 1190-1450 Jahren eine Diskrepanz vorliegt und „die Identifikation der einzelnen Lagen nur anhand der Farben auf dem Foto nicht ausreicht“. Dies veranlasste sie, eine größere Auflösung vorzunehmen. Anschließend wurde der Abschnitt zwischen den ^{14}C -Daten der Tiefen 3,04 m und 0,78 m nunmehr in Schritten von 0,1 mm gezählt. Diese Zählung ergab für den ebenfalls zuvor ^{14}C -datierten Zeitraum von 1130-1500 Jahre (2σ) 2690 Lagen; das Ergebnis (S. 48): „Die zugehörige Anzahl von Jahren (^{14}C -Datierung) beläuft sich für diesen Abschnitt auf 1130-1500 Jahre, was dem Zählergebnis von 1505 Jahren relativ nahe kommt.“ Später heißt es (S. 51): „Da es sich bei dem aus der Zählung des warvierten Abschnittes resultierenden Alters-Tiefen-Modell um eine schwebende Chronologie handelt, wurde sie in die anhand der AMS- ^{14}C -Datierungen erstellten Alters-Tiefen-Kurve eingehängt (Abb. 5.6)“ Die Beschriftung zu Abb. 5.6 lautet sodann: „Das durch die Warvenvermessung aufgestellte Alters-Tiefen-Modell stimmt mit den AMS- ^{14}C -Daten innerhalb ihrer 2σ -Bereiche relativ gut überein.“ Hier wird eine von ^{14}C -Datierungen unabhängig erstellte Warven-Chronologie suggeriert,

was aber anhand der zuvor erwähnten Voruntersuchung nicht der Fall ist.

Fazit

Die laminierten Sedimente in dem diskutierten Profilabschnitt werden vom Verfasser als Ereignislagen interpretiert. Eine Saisonalität im Sinne einer Warvierung ist nicht nachgewiesen. Ein Ereignis (heftiger Regenfall, Springflut) könnte mehrmals in einem Jahr stattgefunden haben oder auch ausgeblieben sein. Die Validität der ^{14}C -Datierung an organischem Material und Karbonaten im Milieu des Toten Meeres ist nicht bekannt. Somit erfährt MIGOWSKIs „Warven-Chronologie“ durch die ^{14}C -Datierung keine Bestätigung. Andererseits kann die „Warven-Chronologie“, da sehr wahrscheinlich keine Jahresschichtung vorliegt, nicht die ^{14}C -Datierung validieren. Vielmehr wurde sie vom zeitlichen Rahmen der unsicheren ^{14}C -Datierung abgeleitet.

Literatur

- BARKAN E, LUZ B & LAZAR B (2001) Dynamics of the carbon dioxide system in the Dead Sea. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 65, 355-368.
- HEIM C, NOWACZYK NR, NEGENDANK JFW, LEROY SAG & BEN-AVRAHAM Z (1997) Near East desertification: Evidence from the Dead Sea. *Naturwissenschaften* 84, 398-401.
- KOTULLA M (2013) Das Erdbeben bei der Kreuzigung Jesu. Ereignis in Ablagerungen des Toten Meeres nachgewiesen? *Studium Integrale Journal* 20, 25-33.
<http://www.si-journal.de/jg20/heft1/sij201-4.pdf>
- MIGOWSKI C (2001) Untersuchungen laminiertes holozäner Sedimente aus dem Toten Meer. Rekonstruktionen von Paläoklima und -seismizität. Potsdam.
- NEEV D & EMERY KO (1967) The Dead Sea, depositional processes and environments of evaporites. *Geol. Surv. Israel Bull.* 41, 1-147.
- STEIN M, STARINSKY A, KATZ A, GOLDSTEIN SL, MACHLUS M & SCHRAMM A (1997) Strontium isotopic, chemical, and sedimentological evidence for the evolution of Lake Lisan and the Dead Sea. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 61, 3975-3992.

→ und Blattnummer: Verweis auf andere Beiträge der Online-Loseblattsammlung.

Zur Ergänzung → 3-01.