

Wissenschaftliche Beiträge, Kurzberichte zu Projekten und Aktivitäten einzelner Arbeitsgruppen

Peter Goldschmidt, Rüdiger Henrich, Stefanie Pfirman, Ingo Wollenburg, Geomar

"Sediment Pellets": Eisberg-transportierte Ablagerungen in marinen Sedimenten des arktischen Ozeans

Aus Sedimentkernen des östlichen Arktischen Beckens, der Grönlandsee, und des Vöring-Plateaus in der Norwegensee sind Sedimentaggregate von <1-5 cm Durchmesser bekannt. Untersuchungen an diesen "Sediment Pellets" sollen ihre Entstehungsbedingungen klären. Zur Diskussion stehen 3 Annahmen:

- Bildung und Eintrag durch Meereis
- Bildung und Eintrag durch Eisberge
- Bildung durch Prozesse am Meeresboden.

Die "Sediment-Pellets" und die Matrix des sie einbettenden Sedimentes wurden hinsichtlich ihres Korngrößen- und Kornformenspektrums sowie der mineralogischen und biogenen Zusammensetzung ihrer Komponenten analysiert. Sedimente vom Sibirischen Schelf und von vergletscherten Küstenabschnitten in der Arktis sind vergleichend herangezogen worden. Zusätzlich wurden von den Sedimentkernen, die "Sediment-Pellets" enthielten, Radiographien angefertigt, um eventuelle submarine Umlagerungsphänomene, hervorgerufen durch starke Bodenströmungen oder Rutschungen, nachweisen zu können. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden mit:

- feinverteiltem Sediment von Meereisoberflächen aus dem zentralen Arktischen Ozean;
- verfestigten Sedimenten (Kryokonit), ebenfalls von Meereisoberflächen aus dem zentralen Arktischen Ozean; und
- Sedimenten aus Eiskernen von Eisbergen aus der Barentssee

verglichen, um zu entscheiden, ob die "Sediment Pellets" durch Meereis oder durch driftende Eisberge auf den Meeresboden abgelagert werden.

Wenn die Aggregate durch Eisberge transportiert würden, dann läge die Herkunft der Sedimente im Einzugsgebiet der ins Meer mündenden Gletscher. Bei Meereistransport der Aggregate wäre folgendes Szenario vorzusetzen:

- 1) Durch Bodenkontakt oder durch Resuspension wird Sediment im Flachwasserbereich an die Unterseite des Meereises angefügt. Bei mehrjährigem Meereis 'wandert' das eingetragene Sediment durch Schmelzen der Oberfläche im Sommer und erneutem Anfrieren von neuem Eis im Winter passiv durch die Eissäule nach oben, bis die Sedimente schließlich selbst in den Auftaubereich geraten.
- 2) Bei Erreichen der Oberfläche wird das Sediment durch Schmelzwasser-Rinnsäle zu kleinen Aggregaten bzw. Pellets zusammengeschwemmt.
- 3) Durch die geringere Albedo des dunklen Sediments erwärmt es sich rascher als das umgebende Eis.
- 4) Das durch Sonnenstrahlung stark erwärmte Sedimentaggregat schmilzt unter Bildung eines Kryokonitloches in das Eis.
- 5) Infolge wiederholter Auftau-Gefrier-Zyklen wird das Sediment konsolidiert.
- 6) Nach dem Abschmelzen des Meereises in wärmeren Gegenden sinken die Kryokonite auf den Meeresboden und bilden dabei möglicherweise "Sediment-Pellets".

Wenn jedoch die "Sediment-Pellets" das Resultat von submarinen Rutschungen oder Bodenströmungen sind, dann sollten sich die Umlagerungsphänomene auch in den umgebenden Sedimenten nachweisen lassen.

Eine Reihe von Hinweisen können verwendet werden, um zwischen Sedimenten, die durch Meereis, und jenen, die durch Gletscher und Eisberge transportiert wurden, zu unterscheiden:

- Die Kornformen der im Meereis inkorporierten Sedimente sollten gerundet sein. Bei Gletschern bzw. Eisbergen können durch subglaziale Abrollung ebenfalls gerundete, bei supraglazialen Aufnahme hingegen eckige Körner ausgebildet sein.
- Die Mehrzahl der im Meereis inkorporierten Ablagerungen gelangen über Resuspensionsprozesse in das Eis und sind daher vorwiegend feinkörnig. Bei Gletschern jedoch ist das gesamte Korngrößenspektrum von fein- bis grobkörnig vorhanden. Folglich können von Gletschern oder Eisbergen transportierte Sedimente deutlich gröber und unterschiedlicher entwickelt sein.
- Die mineralogische Zusammensetzung von Meereis-Sedimenten sollte mit der Zusammensetzung aus den Bildungsgebieten - den Schelfen von Alaska und Sibirien - übereinstimmen. Bei Gletscher- und Eisbergtransportierten Ablagerungen verhält es sich genauso, nur liegen ihre rezenten Herkunftgebiete in Gebieten wie Grönland und Spitzbergen.
- Planktische und benthische Foraminiferen können in Meereis-Sedimenten auftreten, wohingegen Gletscher-/Eisbergsedimente allenfalls planktische Foraminiferen enthalten.

Aus den Studien an den Sedimentkern-Pellets ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Die Korngrößen der Pellets umfaßten in allen untersuchten Gebieten ein breites Spektrum (40->2000 μ). Das Auftreten von groben Komponenten sowie die Breite des Korngrößenspektrums sprechen für einen Eintrag durch driftende Eisberge.
- Gerundete Körner wurden in den Pelletproben gefunden; große Anteile eckiger Körner hingegen nur in Proben aus dem Arktischen Becken. Die gerundeten Körner stammen entweder aus dem Meereis oder von Eisbergen. Die eckigen Körner sprechen für Eisberg-Transport.
- Es ist möglich, daß einige Sandstein- und Schieferkomponenten aus den Pellets aus Grönland oder Spitzbergen stammen könnten. Die Tatsache, daß Grönland und Spitzbergen heute stark vergletscherte Gebiete sind, verstärkt die Annahme, daß Eisberge für den Transport der Pellets in Frage kommen.
- Sämtliche biogene Komponenten in den Pellets sind planktische Foraminiferen. Es handelt sich um *Neogloboquadrina pachyderma* (sinistral), einen Kaltwasser-Indikator. *N. pachyderma* könnte jedoch von Meereis oder Eisbergen inkorporiert werden. Allerdings deutet das Auftreten von *Cassidulina teretis*, eine bodenwühlende benthische Foraminifere, die ebenfalls kalte Temperaturen (<2°C) bevorzugt, auf die Möglichkeit hin, daß die Pellets während Glazialzeiten abgelagert wurden; ebenfalls durch Eisberge transportiert.

Die Radiographien schließen postsedimentäre Umlagerungs- oder Anreicherungsprozesse für die Bildung der Pellets aus. Es ist jedoch möglich, daß Rutschungen bereits konsolidierte Sedimente verändern können, wobei ebenfalls Pellets entstehen können. In zahlreichen Beispielen treten die Pellets gemeinsam mit eistransportierten Dropstones auf, ein weiterer Hinweis auf Eisberge.

Aus einem Sedimentkern aus der Grönlandsee wurden ungewöhnlich grobkörnige (durchschnittliche Korngröße = 250-500 μ) und große (bis zu 5 cm Durchmesser) "Sediment Pellets" gefunden. Die Untersuchung der Radiographien dieser Sedimentkerne enthüllte, daß kein Sediment feiner als Sand in der Matrix in der Nähe von den Pellets war. Vielleicht sind diese von einer Moräne weiter oben auf dem Grönlandschelf mit anderem Material abgebrochen und den Abhang hinunter in die heutige Position gerollt, wo Bodenströmungen später das Feinsediment abtransportiert haben.

Ähnliche Studien an dispersen und konsolidierten (Kryokonit) Meereissedimenten ergaben, daß diese Sedimente sehr feinkörnig sind (10-20 μ), unterschiedliche Formen aufweisen und vorwiegend aus Feldspäten zusammengesetzt sind. Die Pellets hingegen bestehen überwiegend aus Quarz-Komponenten. Aufgrund des Korngrößenspektrums und der mineralogischen Zusammensetzung lassen sich Meereis-transportierte Sedimente von Pellet-Sedimenten unterscheiden.

Wir folgern, daß:

- Die Pellets in erster Linie durch driftende Eisberge abgelagert wurden. Wenn die Prozesse, die zur Aufnahme von Sedimenten ins Meereis im Glazial dieselben waren wie heute, dann ist ein Meereistransport der Pellets auszuschließen.
- Die Pellets sind zu grobkörnig, um aus submarinen Ablagerungsvorgängen (z.B. Rutschungen und Bodenströmungen) hervorgegangen zu sein. Allerdings können diese Prozesse bereits verfestigte Sedimente verändern.
- Die Pellets wurden möglicherweise beim Durchlaufen mehrerer Gefrier-Auftau-Zyklen konsolidiert. Die Ver-

festigung kann entweder auf einen Gletscher oder auf einen vom Gletscher gekalbtm Eisberg erfolgt sein. Die verfestigten Pellets sind so kohäsiv, daß sie einen Fall durch die Wassersäule über mehrere Tausend Meter überstehen.

- Das Auftreten von Pellets im Sediment kann ein Indikator für Abschmelzgebiete Sediment-beladener Eisberge in der Vergangenheit sein. Sie würden die äußerste Verbreitungsgrenze nach Süden, an der Eisberge schmelzen, anzeigen. "Sediment Pellets" könnten sich somit als ein wichtiger paläozeanographischer und klimatologischer Indikator erweisen.