

Dieter Piepenburg

Institut für Polarökologie, Kiel, und Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz

Schlangensterne in arktischen Meeren: Verbreitung, Diversität und ökologische Bedeutung

Schlangensterne (Echinodermata: Ophiuroidea) zählen in arktischen Meeren zu den häufigsten Organismen der Bodenfauna (Abb. 1). Aus diesem Grunde standen sie im Zentrum von zehn Feldstudien, die in den letzten 15 Jahren in verschiedenen arktischen Regionen (Grönlandsee, Barentsmeer, Laptevmeer, Abb. 2) durchgeführt worden sind. Mit einer Kombination von Meeresbodenfotografie und Trawlfängen wurden auf über 100 Stationen in Wassertiefen von 14 bis 1100 m systematisch quantitative Befunde über ihre Verbreitung, Diversität und ökologische Bedeutung (Abundanz, Biomasse und Kohlenstoffbedarf) erhoben. Der Vortrag fasst die Ergebnisse dieser Arbeiten synoptisch zusammen.



Abb.1 Meeresboden im nördlichen Barentsmeer nahe Kong-Karls-Land in 80 m Wassertiefe. Massenvorkommen des Schlangensterns *Ophiocten sericeum*. Weißer Maßstabsstrich = 10 cm.

In Übereinstimmung mit bisherigen Befunden wurden nur wenige endemische Arten, die ausschließlich in der Arktis vorkommen, registriert. Außerdem wurden keine für die Arktis neuen Arten entdeckt. Die meisten gefundenen Schlangensterntypen sind weit verbreitete boreal-arktische Formen, die auch in südlich angrenzenden, kalt-gemäßigten Breiten leben und zum Teil sogar dort ihren Verbreitungsschwerpunkt

Verbreitung

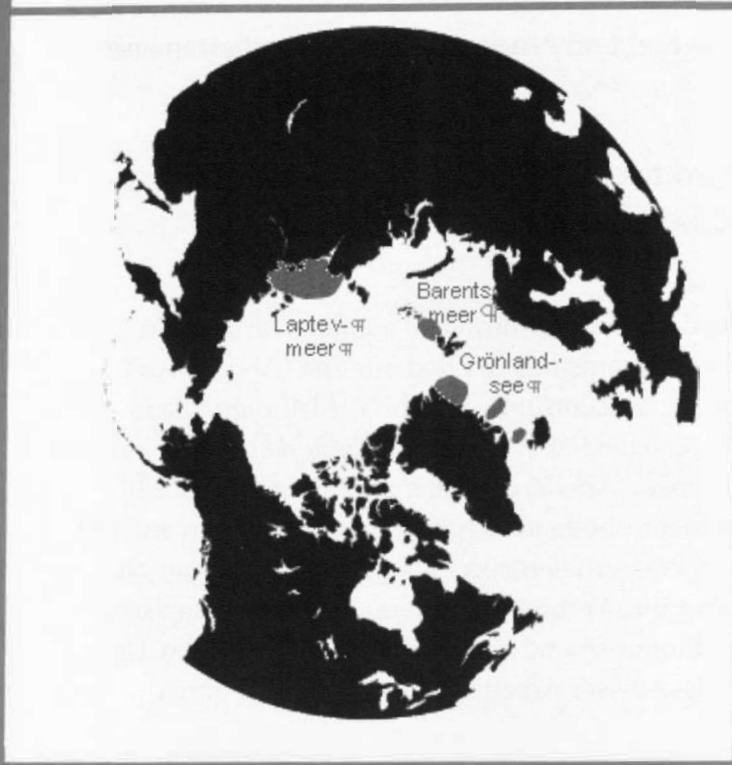


Abb.2 Untersuchungsgebiete in der Arktis: Grönlandsee, Barentsmeer und Laptevmeer.

haben. Dieser Befund ist ein Indiz dafür, dass die arktischen Regionen vor allem von Faunenelementen aus dem nördlichen Atlantik besiedelt werden und dass sich in der Arktis selbst nur wenige autochthone Arten entwickelt haben. Dieses Ergebnis lässt sich auf die relativ kurze Geschichte der Arktis als extrem kaltes Großökosystem sowie auf die kaum ausgeprägte biogeographische Isolation arktischer Meere zurückführen.

Diversität

Insgesamt 12 Schlangensterntarten aus neun Gattungen und sechs Familien wurden in den untersuchten Regionen gefunden. Generell ist die Gesamtzahl der für die gesamte Arktis bekannten Arten, die nach Literaturangaben zwischen 15 und 22 liegt, sehr gering, d.h. nur wenige Arten konnten sich dauerhaft in arktischen Meeren etablieren. Die Gesamtartenzahl ist geringer als in anderen, vergleichbar großen Regionen des Weltmeeres, so auch in der Antarktis, in der nach derzeitigem Kenntnisstand über 100 Arten vorkommen. Auch dieser Befund wird mit den ausgeprägten Unterschieden in der biogeographischen Situation und der Besiedlungsgeschichte der beiden polaren Regionen in Zusammenhang gebracht.

Für kleinere räumliche Skalen konnte aber in einer vergleichenden Fallstudie gezeigt werden, dass zwar die regionale und lokale Artendiversität der Schlangensterngemeinschaften des östlichen Weddellmeerschelfes (Antarktis), nicht aber des südlichen Weddellmeerschelfes signifikant höher ist als vor Nordostgrönland (Arktis). Dieser Befund lässt den

Schluss zu, dass das Paradigma eines generellen arktisch-antarktischen Diversitätsunterschiedes auf regionalen und lokalen Skalen eine unzulässige Verallgemeinerung darstellt.

Die Meeresbodenfotografien und Trawlfänge zeigten klar, dass Schlangensterne die meisten epibenthischen Gemeinschaften der Grönlandsee sowie des Barents- und Laptevmeeres dominieren. Auf den flachen Schelfen (<100 m) waren in allen untersuchten Meeren vor allem die zirkum arktisch vorkommende Art *Ophiocten sericeum* sehr abundant. Hinsichtlich der Biomasse war neben *O. sericeum*, außer vor Grönland, die deutlich größere Art *Ophiura sarsi* am wichtigsten. In größeren Tiefen (100 bis 400 m) dominierte *Ophiacantha bidentata*. Die Schlangensternefauna der Kontinentalhänge (400 bis 1000 m) wurde durch *Ophiopleura borealis* und *Ophioscolex glacialis* charakterisiert.

In allen untersuchten Schelfregionen (30 bis 100 m) sowie auf dem östlichen Kolbeinseyrücken in der westlichen Grönlandsee (800 bis 1100 m) kamen Schlangensterne in Besiedlungsdichten von bis zu mehreren Hundert Individuen m⁻² und Biomassen von bis zu mehreren Gramm organischen Kohlenstoff m⁻² vor. Diese Werte zählen zu den höchsten, die bislang aus nördlichen Meeren berichtet worden sind, und liegen in der gleichen Größenordnung wie die von Massenvorkommen von Schlangensternen in sublitoralen und bathyalen Lebensräumen nicht-polarer Meere. Andere megabenthische Taxa, die nach den Schlangensternen zu den häufigeren Faunenelementen zählen, wie zum Beispiel Seeigel, Seegurken oder Muscheln, erreichten maximal ein Zehntel der Dichten bzw. die Hälfte der Biomasse.

Die kleinräumige Verteilung (1-100 m-Skala) der abundanten Schlangensternearten auf den Schelfen war stark geklumpt, was in erster Linie auf die Fleckenhaftigkeit der Sedimentzusammensetzung zurückgeführt werden kann.

Das auffälligste großräumige Verteilungsmuster (1-100 km-Skala) war die Tiefenzonierung der Schlangensternefauna, die mit einer signifikanten Abnahme der Biomasse um zwei bzw. der Abundanz um drei Größenordnungen über einen Tiefenbereich von etwa 50 bis knapp 800 m einherging.

Die Kenntnis des Kohlenstoffumsatzes und -bedarfs benthischer Gemeinschaften ist wichtig für die Erstellung von Kohlenstoff- und Energieflussmodellen. Diese Größen werden in aller Regel mit Hilfe von Konversionsfaktoren aus Sauerstoff Verbrauchsraten abgeschätzt, die man durch Inkubationen von Sedimentkernen als Summenparameter für die Gesamtheit der darin enthaltenen, meist relativ kleinen Organismen ermittelt. Megabenthische Tiere, wie z.B. Schlangensterne, werden jedoch von den Sedimentkernen grundsätzlich nicht erfasst, weshalb ihre Respiration bzw. ihr Kohlenstoffumsatz auf Populationslevel nicht

Ökologische
Bedeutung

Kohlenstoffbedarf

direkt gemessen werden kann, sondern nur über die Verknüpfung von Abundanz- oder Biomassewerten und individuellen Respirationsraten geschätzt werden muss. In dem hier präsentierten Ansatz wurden dazu die fotografisch ermittelten Besiedlungsdichten und Größenverteilungen sowie eine der Literatur entnommene allometrische Funktion zwischen individueller Sauerstoff Verbrauchsrate und Körpermasse verwendet.

Nach diesen Berechnungen remineralisierten die hochabundanten Schlangensterne auf den Schelfen der Grönlandsee sowie des Barents- und Laptevmeeres bis zu etwas mehr als $10 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Unter Berücksichtigung von Produktions- und Assimilationseffizienzen von 30% bzw. 80% entspricht dies einem maximalen Kohlenstoffbedarf von etwa $20 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. In größeren Tiefen, am Kontinentalhang, sanken die Mineralisations- und Bedarfsraten der deutlich weniger abundanten Schlangensternefauna auf Werte von unter $1 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ab.

In einer multidisziplinären Fallstudie im nördlichen Barentsmeer wurde eine Bilanz der totalen, d.h. die Beiträge verschiedener Größenfraktionen (Mikro- bis Megabenthos) enthaltenen, benthischen Gemeinschaftsrespiration aufgestellt. Die Ergebnisse zeigten, dass die megabenthischen Schlangensterngemeinschaften auf arktischen Schelfen nicht zu vernachlässigende Komponenten im benthischen Sauerstofffluss und Kohlenstoffumsatz darstellen.

Vergleiche des Kohlenstoffbedarfs der Schlangensterne mit Informationen über das Kohlenstoffangebot, das dem Benthos durch pelagische Produktion und vertikalen Partikelfluss potentiell zur Verfügung steht, deuten zudem an, dass Schlangensterne eine wichtige Rolle im Energiehaushalt arktischer Schelfökosysteme haben. Es wurde deutlich, dass Modelle des Kohlenstoffflusses den Beitrag abundanter megabenthischer Organismen adäquat berücksichtigen sollten, um zu einer realistischen Beschreibung des Gesamthaushaltes zu kommen.

Ausblick

In den vorgestellten Untersuchungen wurden quantitative Daten zu Verbreitung, Diversität, Besiedlungsdichte, Biomasse und Kohlenstoffbedarf arktischer Schlangensterne gewonnen. Wichtige Aspekte ihrer Ökologie sind jedoch immer noch ungenügend untersucht. Für einige weit verbreitete und abundante Arten, wie z.B. *Ophiocten sericeum* und *Ophiopleura borealis*, gibt es offene Fragen hinsichtlich Populationsstruktur, taxonomischer Stellung und Reproduktionsbiologie. Außerdem sind mehr Informationen über ihre Respirationsleistungen, Populationsdynamik und trophischen Beziehungen für ein besseres Verständnis ihrer Funktion in den arktischen Ökosystemen notwendig. Deshalb werden derzeit für ausgewählte Arten Untersuchungen dieser Aspekte durchgeführt bzw. sind für die Zukunft geplant. Schon die hier zusammengefassten Erkenntnisse zeigen aber die große ökologische Bedeutung dieser Tiergruppe in arktischen Meeren und rechtfertigen die weiterführenden Arbeiten.