

## Janna Peters

Institut für Polarökologie der  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

### Verbreitung und Ökologie ausgewählter Zooplankter im Laptevmeer

Das Laptevmeer stand in den letzten Jahren im Mittelpunkt vieler interdisziplinärer Studien. Seine Hydrographie wird wesentlich charakterisiert durch den saisonalen Einstrom gewaltiger Wassermassen aus den sibirischen Flüssen, besonders der Lena, welcher nicht nur Süßwasser, sondern auch große Mengen Seston und Nährstoffe ins Laptevmeer einträgt (z.B. Timokhov 1994, Alabyan et al. 1995, Pivovarov et al. 1999). Ein weiteres Merkmal ist die lang andauernde Eisbedeckung, mit nur wenigen eisfreien Sommermonaten. So wird eine extrem variable Umwelt für die Planktonorganismen des Laptevmeeres bezogen auf Wassertemperatur und Salinität, Wassertrübung und Nährstoffe (Lischka et al. 2001) geschaffen.

Eine wesentliche Fragestellung dieser Arbeit stellte die Verteilung der Biomassen und Abundanzen des Zooplanktons, unter besonderer Berücksichtigung kleiner Copepodenarten, auf dem Schelf des Laptevmeeres dar. Weiterhin sollten die Lage sowie die Zusammensetzung der Zooplanktongemeinschaften vor dem Hintergrund der bisherigen Kenntnisse diskutiert und der Einfluss steuernder Faktoren ermittelt werden. Die Probenahme fand während der Expedition Transdrift VII im Rahmen der russisch-deutschen Kooperation „Laptev Sea System 2000“ vom 17. August bis 16. September 1999 auf dem russischen Forschungsschiff „Jakob Smirnitskii“ statt.

Die Gesamtabundanzen des Zooplanktons im Untersuchungsgebiet zeigten eine große Schwankungsbreite zwischen 815 Individuen  $m^{-3}$  im Osten und 9177  $m^{-3}$  im Ausstrombereich der Lena (Abb. 1). Höchste Zooplanktonbiomassen fanden sich im Südwesten des Laptevmeeres mit 25,3 mg Trockenmasse  $m^{-3}$ , die geringsten im Osten mit nur 1,6 mg Trockenmasse  $m^{-3}$  (Abb. 2). In der Biomassenverteilung der einzelnen Taxa zeigten sich deutliche Unterschiede. Während die westlichen und nördlichen Stationen durch große Copepoden der Gattung *Calanus* geprägt wurden, trugen im Ausstrombereich der Lena kleine neritische Arten, wie *Drepanopus bungei*, *Pseudocalanus major* und *Acartia longiremis* durch extrem hohe Abundanzen wesentlich zur Biomasse bei. Es wurde deutlich, dass das Laptevmeer

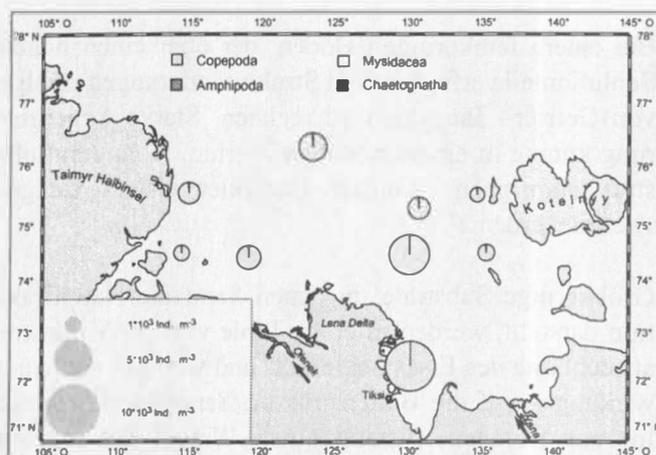


Abb. 1. Gesamtabundanz des Zooplanktons in Individuen (Ind.) pro  $m^3$  und ihre prozentuale Zusammensetzung, gelatinöses Zooplankton und Larvenformen wurden nicht berücksichtigt.

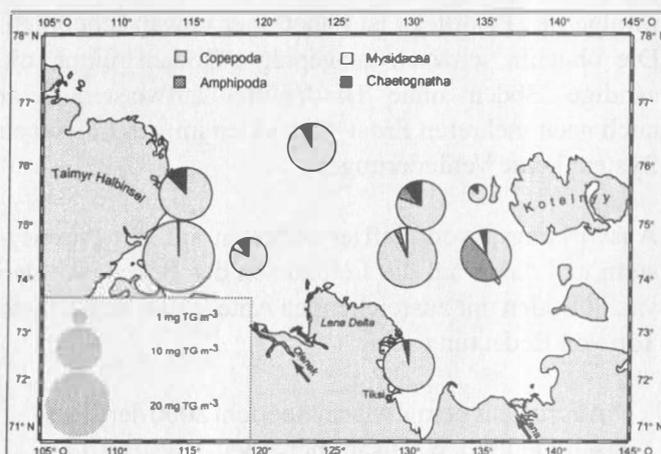
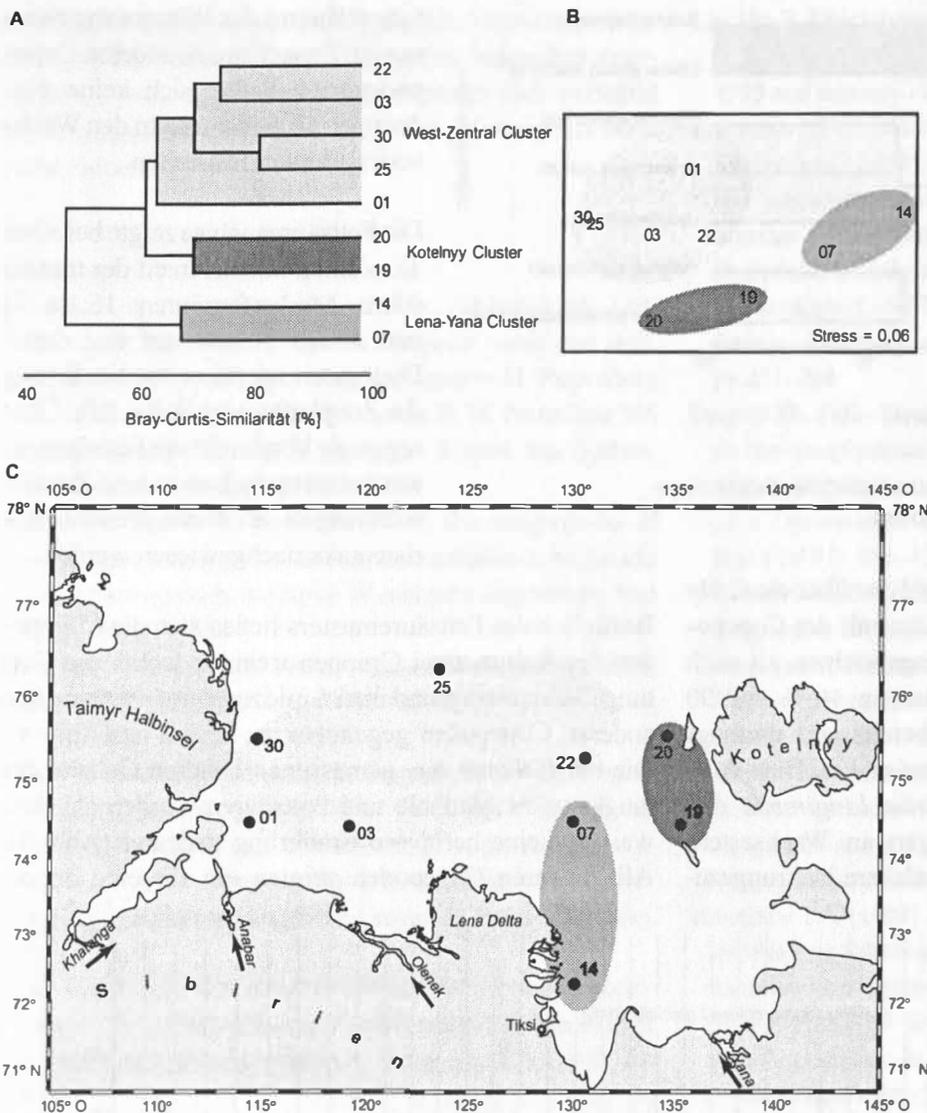


Abb. 2. Gesamtbioasse des Zooplanktons in Trockengewicht (TG) pro  $m^3$  und ihre prozentuale Zusammensetzung, gelatinöses Zooplankton und Larvenformen wurden nicht berücksichtigt.

zumindest regional als ein für arktische Verhältnisse sehr produktives Gebiet einzuschätzen ist.

Durch eine Clusteranalyse auf Grundlage der Abundanzen konnten im Untersuchungsgebiet drei Gemeinschaften unterschieden werden: die West-Zentral-, die Lena-Yana- und die Kotelnyy-Gemeinschaft (Abb. 3). Während sich die im Südosten gelegene Lena-Yana-Gemeinschaft durch extrem hohe Abundanzen weniger Copepodenarten auszeichnete, verteilten sich die geringeren Abundanzen in den beiden anderen Gemeinschaften auf eine höhere Taxazahl, wobei Meroplankter und Appendicularien an Bedeutung gewannen. Ein Vergleich mit früheren Untersuchungen zeigte eine stabile regionale Abgrenzung der Gemeinschaften im Untersuchungsgebiet. Die von Lischka et al. (2001) für den Herbst beschriebene Gemeinschaft im äußersten Westen des Laptevmeeres ließ sich in der vorliegenden Untersuchung nicht nachweisen.



**Abb. 3.** Gemeinschaftsanalyse anhand der Abundanzen aller gezählten Kategorien, die Copepodite CI bis CIII und CIV bis CVI wurden zusammengefasst.

A. Dendrogramm; B. MDS-Plot; C. Stationskarte mit eingezeichneten Clustern

Weiterhin wurden die Abundanz, Biomasse und Verteilung des Zooplanktons mit den hydrographischen Parametern Salinität und Temperatur sowie mit der Chlorophyll *a*-Verteilung, als Maß für die Nahrungsquantität, in Beziehung gesetzt. Die Ergebnisse ließen einen steuernden Einfluß des Flusswassers, gemessen an den Parametern Oberflächensalzgehalt und -temperatur, auf die Zusammensetzung des Zooplanktons vermuten. Weder die Zooplanktonverteilung noch die Abundanzen oder Biomassen des Zooplanktons zeigten einen Zusammenhang mit dem Chlorophyll *a*-Gehalt.

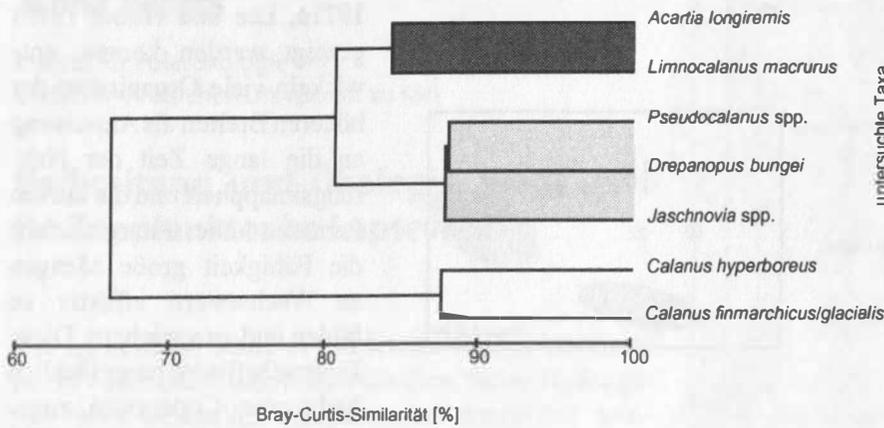
Einen weiteren Komplex dieser Arbeit bildeten biochemische Untersuchungen zur Ernährungsökologie ausgewählter Zooplankter.

Wie in zahlreichen Untersuchungen (z.B. Lee et al.

1971a, Lee und Hirota 1973) gezeigt werden konnte, entwickeln viele Organismen der höheren Breiten als Anpassung an die lange Zeit der Nahrungsknappheit und die kurzen Perioden hoher Energiezufuhr die Fähigkeit große Mengen an Wachsester effektiv zu bilden und zu speichern. Diese Eigenschaft wird hauptsächlich herbivoren Copepoden zugeschrieben (z.B. Hagen 1988, Hagen et al. 1993), die von der geringen Primärproduktion besonders betroffen sind und oftmals den Winter in einem Ruhestadium ohne oder mit stark reduzierter Nahrungszufuhr verbringen (Tande und Slagstad 1982, Hirche 1983, Båmstedt 2000). Organismen, die in größerem Maße Triacylglycerine als Lipidspeicher nutzen, sind vermutlich auf konstantere Energiezufuhr während der nahrungsknapen Zeit, meist durch omnivore Ernährungsweise, angewiesen (Sargent et al. 1981, Schnack-Schiel et al. 1991). Neben diesen Hinweisen zur trophischen Einstufung der Zooplankter (siehe auch Graeve et al. 1994a, Albers et al. 1996), können Untersuchung der Lipid-

zusammensetzung auch zur Aufschlüsselung von Nahrungsnetzen beitragen (Falk-Petersen et al. 1990). Hinweise geben sogenannte trophische Markerfettsäuren, die unverändert aus der Nahrung in die Speicherlipide eingebaut werden (Lee et al. 1971b, Graeve et al. 1994b). Um Rückschlüsse auf Ernährungs- und Überwinterungsstrategien der Zooplankter im Laptevmeer zu ziehen, wurden die Lipidklassen- und die Fettsäurezusammensetzung von sieben Copepoden- und drei Amphipodenarten sowie von Mysidaceen und Chaetognathen mittels eines Dünnschichtchromatographie-Flammenionisationsdetektors (Iatroscan MK 5) gaschromatographisch bestimmt.

Während bei den Copepoden große Mengen Wachsester nachgewiesen wurden, speicherten die Amphipoden, Mysidaceen und Chaetognathen hauptsächlich Tri-



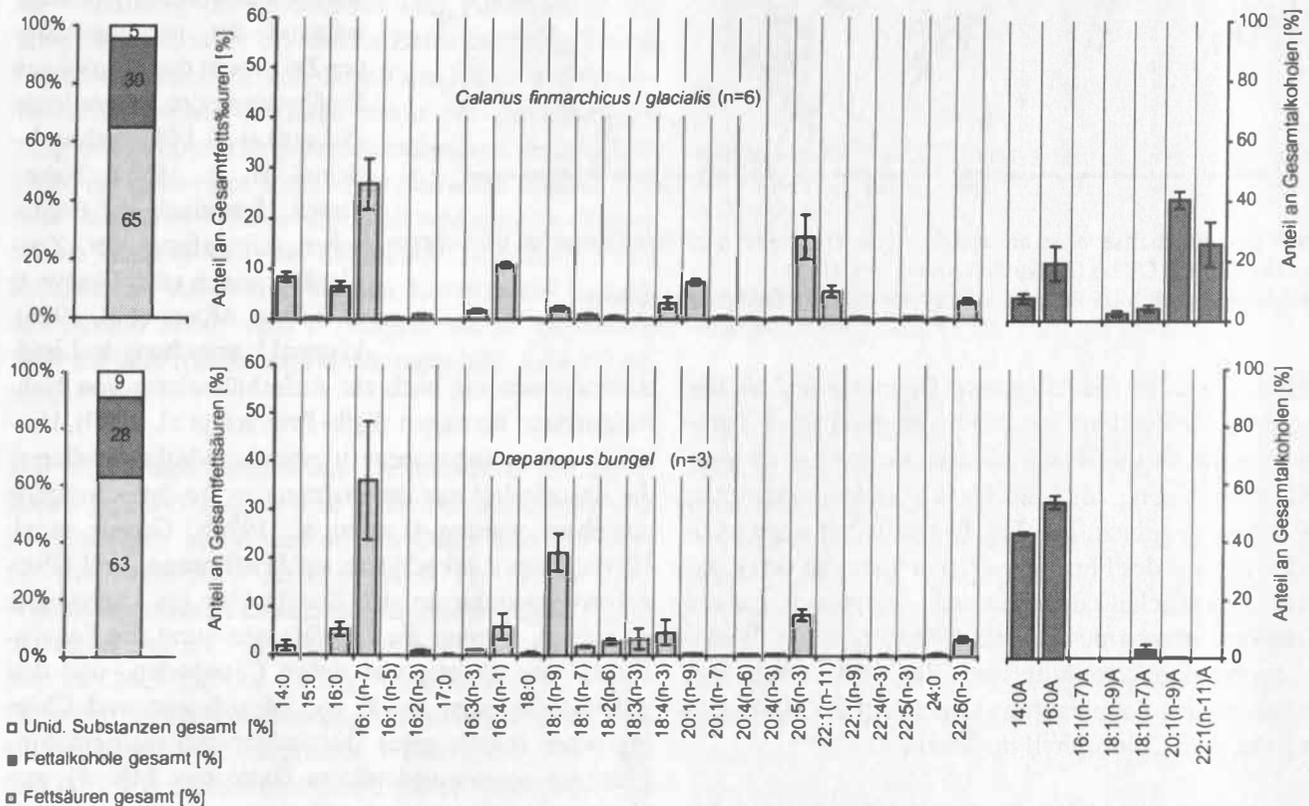
**Abb. 4.** Dendrogramm der Clusteranalyse anhand der Fettsäurezusammensetzung der untersuchten Copepoden

cylglycerine als Reservestoff. Sowohl der über die C:N-Verhältnisse errechnete Gesamtlipidgehalt der Copepoden von 50 % bis 60 % des Trockengewichtes, als auch die hohen Wachsestergehalten zwischen 46 % und 90 % der Gesamtlipide zeigten, dass bereits eine umfangreiche Lipidanreicherung stattgefunden hat. Eine Ausnahme stellte der Copepode *Acartia longiremis* dar, der offensichtlich geringere Mengen an Wachsestern speichert und vermutlich auf eine stärkere Nahrungszu-

fuhr während des Winters angewiesen ist. Zwischen den anderen Copepodenarten ließen sich keine eindeutigen Unterschiede in den Wachsestergehalten feststellen.

Die Fettsäureanalyse zeigte bei allen Taxa einen hohen Anteil der trophischen Markerfettsäuren 16:1(n-7) und 20:5(n-3), was auf eine durch Diatomeen dominierte Ernährung der Zooplankter schließen läßt. Über regionale Vergleiche der Fettsäurezusammensetzung konnte kein Zusammenhang zu den dominierenden Prokaryonten nachgewiesen werden.

Bezüglich des Fettsäuremusters ließen sich die Copepoden deutlich in zwei Gruppen trennen, wobei die Gattung *Calanus* aufgrund ihrer Lipidzusammensetzung den anderen Copepoden gegenüber zu stellen ist (Abb. 4). Die bei *Calanus spp.* gemessenen höheren Gehalte der langkettigen Alkohole und Fettsäuren wurden als Hinweis auf eine herbivore Ernährung gedeutet (Abb. 5). Alle anderen Copepoden zeigten ein für eine oppor-



**Abb.5.** Lipidzusammensetzung der untersuchten Taxa, ermittelt durch GC Fehlerbalken = Standardabweichung des arithmetischen Mittels, n = Anzahl der Proben

linkes Diagramm: prozentuale Zusammensetzung von Fettsäuren, Fettsäurealkoholen und unidentifizierten Substanzen  
 mittleres Diagramm: prozentuale Zusammensetzung der Fettsäuren  
 rechtes Diagramm: prozentuale Zusammensetzung der Fettsäurealkohole

tunistische Ernährungsweise typisches Fettsäuremuster. Es ist zu vermuten, daß die Copepoden, besonders *Acartia longiremis*, neben dem Phytoplankton auch verstärkt bakterivore Protozoen oder terrigenes Material als Nahrung nutzen.

### Literatur

- Alabyan AM, Chalov RS, Korotaev VN, Sidorchuk AY, Zaitlev AA (1995) Natural and technogenic water and sediment supply to the Laptev Sea. In: Kassens H, Piepenburg D, Thiede J, Timokhov L, Hubberten H–W, Priamikov SM (eds) Russian–German Cooperation: Laptev Sea System. Ber Polarforsch 176: 265–271
- Albers CS, Kattner G, Hagen W (1996) The compositions of wax esters, triacylglycerols and phospholipids in Arctic and Antarctic copepods: evidence of energetic adaptations. Mar Chem 55: 347–358
- Båmstedt U (2000) Life cycle, seasonal vertical distribution and feeding of *Calanus finmarchicus* in Skagerrak coastal water. Mar Biol 137: 279–289
- Falk–Petersen S, Hopkins CCE, Sargent JR (1990) Trophic relationships in the pelagic Arctic food web. In: Barnes M, Gibson RN (eds) Trophic relationships in the marine environment – Proceedings of the 24th European Marine Biological Symposium. Aberdeen University Press, Aberdeen, pp 315–333
- Graeve M, Hagen W, Kattner G (1994a) Herbivorous or omnivorous? On the significance of lipid compositions as trophic markers in Antarctic copepods. Deep–Sea Res I 41(5/6): 915–924
- Graeve M, Kattner G, Hagen W (1994b) Diet–induced changes in the fatty acid composition of Arctic herbivorous copepods: experimental evidence of trophic markers. J Exp Mar Biol Ecol 182: 97–110
- Hagen W (1988) Zur Bedeutung der Lipide im antarktischen Zooplankton. Ber Polarforsch 49
- Hagen W, Kattner G, Graeve M (1993) *Calanoides acutus* and *Calanus propinquus*, Antarctic copepods with different lipid storage modes via wax esters or triacylglycerols. Mar Ecol Prog Ser 97: 135–142
- Hirche H–J (1983) Overwintering of *Calanus finmarchicus* and *Calanus helgolandicus*. Mar Ecol Prog Ser 11: 281–290
- Lee RF, Hirota J (1973) Wax esters in tropical zooplankton and nekton and the geographical distribution of wax esters in marine copepods. Limnol Oceanogr 18: 227–239
- Lee RF, Hirota J, Barnett AM (1971a) Distribution and importance of wax esters in marine copepods and other zooplankton. Deep–Sea Res 18: 1147–1165
- Lee RF, Nevenzel JC, Paffenhöfer GA (1971b) Importance of wax esters and other lipids in the marine food chain: phytoplankton and copepods. Mar Biol 9: 99–108
- Lischka S, Knickmeier K, Hagen W (2001) Mesozooplankton assemblages in the shallow Arctic Laptev Sea in summer 1993 and autumn 1995. Polar Biol 24: 186–199
- Pivovarov SV, Hölemann JA, Kassens H, Antonow M, Dmitrenko I (1999) Dissolved oxygen, silicon, phosphorous and suspended matter concentrations during the spring breakup of the Lena River. In: Kassens H, Bauch HA, Dmitrenko I, Eicken H, Hubberten H–W, Melles M, Thiede J, Timokhov L (eds) Land–ocean systems in the Siberian Arctic: dynamics and history. Springer–Verlag, Berlin, pp 251–264
- Sargent JR, Falk–Petersen S (1981) Ecological investigations on the zooplankton community in Balsfjorden, Northern Norway: lipids and fatty acids in *Meganycitiphanes norvegica*, *Thysanoessa raschi* and *T. inermis* during mid–winter. Mar Biol 62: 131–137
- Schnack–Schiel SB, Hagen W, Mizdalski E (1991) Seasonal comparison of *Calanoides acutus* and *Calanus propinquus* (Copepoda: Calanoida) in the southeastern Weddell Sea, Antarctica. Mar Ecol Prog Ser 70: 17–27
- Tande K, Slagstad D (1982) Ecological investigations of the zooplankton community of Balsfjorden, northern Norway: seasonal and shorttime variations in enzyme activity in copepodite stage V and VI males and females of *Calanus finmarchicus* (Gunnerus). Sarsia 67: 63–68
- Timokhov LA (1994) Regional characteristics of the Laptev and the East Siberian Seas: climate, topography, ice phases, thermohaline regime, circulation. In: Kassens H, Hubberten H–W, Priamikov SM, Stein R (eds) Russian–German Cooperation in the Siberian shelf seas: Geo–System Laptev Sea. Ber Polarforsch 144: 15–31