

**Die Entwicklung des Phytoplanktons im östlichen  
Weddellmeer (Antarktis) beim Übergang vom  
Spätwinter zum Frühjahr**

**Development of phytoplankton during the  
late-winter / spring transition in the  
eastern Weddell Sea (Antarctica)**

---

**Renate Scharek**

**Ber. Polarforsch. 94 (1991)  
ISSN 0176 - 5027**

**Renate Scharek**

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung  
Columbusstraße; 2850 Bremerhaven; Bundesrepublik Deutschland

Die vorliegende Arbeit ist die inhaltlich unveränderte Fassung einer Dissertation, die 1990 am Fachbereich Biologie / Chemie der Universität Bremen angefertigt wurde. Ein Teil des Daten-Anhangs der Originalarbeit sowie einige Fotos wurden hier nicht wiedergegeben.

## **Danksagung**

Herrn Professor Victor Smetacek danke ich für die Überlassung des Themas und die ausgezeichnete Betreuung dieser Arbeit.

Herrn Professor Gotthilf Hempel danke ich für die Bereitstellung meines Arbeitsplatzes am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung und für die Ermöglichung der Teilnahme an der Antarktisexpedition ANT V/3 1986.

Bei Paulo Abreu, Ulrike Babst, Annette Bartsch, Bopi Biddanda, Gerd Diekmann, Erich Dunker, Hajo Eicken, Werner Ekau, Malte Elbrächter, Elisabeth Ewert, Eberhard Fahrbach, Rainer Gersonde, Michael Gomez, Heinz Grube, Julian Gutt, Stefan Hain, Hartmut Hellmer, Leni Helmes, Friedel Hinz, Gerhard Kattner, Sepp Kipstuhl, Christine Klaas, Heinz Klöser, Christoph Kottmeier, Brigitte Laetsch, Christina Langreder, Ewald Leineweber, Dieter Mante, Elke Mizdalski, Jürgen Rahmel, Monika Rhein, Ulf Riebesell, Franz Riemann, Karin Riemann, Gerd Rohardt, Karsten Schaumann, Udo Scheffler, Claus Schenk, Sigrid Schiel, Irene Schloss, Helga Schwarz, Reimer Simonsen, Marika Sündermann, David Thomas, Fridjov Treppke, Ute Treppke, Jutta Voss, Ralf Weppernig, Gabi Weykam, Christian Wiencke, Hannelore Witte und Fritz Zaucker möchte ich mich herzlich bedanken.

Alle haben auf die eine oder andere Weise zum Entstehen dieser Arbeit beigetragen.

Ganz herzlich bedanke ich mich bei Evi Nöthig, Uli Bathmann und Ingrid Lukait für ihre vielfältige Unterstützung während der Fertigstellung der Arbeit.

Der stets hilfreichen Crew von FS "Polarstern" sei herzlich gedankt.

Herrn Professor Gunther-Otto Kirst von der Universität Bremen danke ich für die Übernahme des Korreferates.

Bei der deutschen Forschungsgemeinschaft bedanke ich mich für die dreijährige Unterstützung im Rahmen des Projektes Sm 22/3.



# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Zusammenfassung</b> .....	I
<b>Summary</b> .....	III
<b>Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen</b> .....	v
<b>1 Einleitung</b> .....	1
1.1 Wassermassen- und Meereisverteilungen und Zirkulationsmuster im Untersuchungsgebiet .....	3
<b>2 Material und Methoden</b> .....	6
2.1 Das Untersuchungsgebiet .....	6
2.2 Probennahme und Aufarbeitung .....	9
2.2.1 Probennahme und Aufarbeitung für die phytoplanktologischen Untersuchungen ...	13
<b>3 Ergebnisse</b> .....	18
3.1 Die physikalischen und chemischen Bedingungen und Biomassenverhältnisse in den Wassermassen des östlichen Weddellmeeres und der Küstenpolynya im Spätwinter und frühen Frühjahr .....	18
3.1.1 Die physikalischen und chemischen Bedingungen .....	18
3.1.1.1 Meereis- und Wetterbedingungen .....	18
3.1.1.2 Temperatur und Salzgehalte .....	20
3.1.1.3 Nährsalzgehalte .....	28
3.1.1.4 Vergleich von Salzgehalten, Temperaturen und Nährsalzgehalten .....	31
3.1.2 Die Phytoplanktonbiomasse und Sestonergehalte .....	40
3.1.2.1 Chlorophyllgehalte .....	40
3.1.2.2 Gehalte an partikulärer organischer Substanz .....	51
3.2 Die physikalischen und chemischen Bedingungen und Biomassenverhältnisse in der Untereiswasserschicht .....	52
3.2.1 Die Lage der Untereisstationen .....	52
3.2.1.1 Temperatur und Salzgehalte .....	53
3.2.1.2 Nährsalzgehalte .....	53
3.2.1.3 Chlorophyllgehalte .....	54
3.2.1.4 Gehalte an partikulärer organischer Substanz .....	58
3.3 Die Protistenplanktonbesiedlung im Pelagial des Weddellmeeres im Spätwinter und im Frühjahr .....	59
3.3.1 Die qualitative und quantitative Artenzusammensetzung im östlichen Weddellwirbel	59
3.3.1.1 Die Zusammensetzung des Phytoplanktons während des Nord-Süd- Schnittes im Spätwinter .....	59
3.3.1.1.1 Der Gehalt an Protistenkohlenstoff .....	60
3.3.1.1.2 Die Verbreitungsmuster der Protisten in der Oberflächenschicht .....	67
3.3.1.1.3 Das mikroskopische Erscheinungsbild der Planktonproben .....	68
3.3.1.1.4 Der Phytoplankton- und Partikelgehalt im warmen Tiefenwasser .....	71
3.3.1.2 Die Zusammensetzung des Phytoplanktons während des Süd-Nord- Schnittes im Frühjahr .....	72
3.3.1.2.1 Der Gehalt an Protistenkohlenstoff .....	78

3.3.1.2.2 Vergleich der Verbreitungsmuster im Frühjahr und im Spätwinter.....	81
3.3.1.2.3 Das mikroskopische Erscheinungsbild der Planktonproben .....	85
3.3.1.2.4 Die Vertikalverteilung der Protisten in der Oberflächenschicht .....	87
3.3.1.2.5 Der Phytoplankton- und Partikelgehalt im warmen Tiefenwasser.....	89
3.3.1.3 Zusammenfassung der Ergebnisse zur Zusammensetzung und Entwicklung des Protistenplanktons im östlichen Weddellwirbel.....	90
3.3.2 Die qualitative und quantitative Artenzusammensetzung in der Küstenpolynya .....	91
3.3.2.1 Die qualitative Artenzusammensetzung .....	91
3.3.2.2 Die quantitative Artenzusammensetzung in der südöstlichen Küstenpolynya im Spätwinter.....	92
3.3.2.3 Die quantitative Artenzusammensetzung in der südöstlichen Küstenpolynya im Frühjahr .....	93
3.3.2.4 Beobachtungen an den Anreicherungsproben in der südöstlichen Küstenpolynya .....	95
3.3.2.5 Das mikroskopische Erscheinungsbild und weitere Beobachtungen an den Planktonproben .....	106
3.3.2.6 Der Phytoplankton- und Partikelgehalt im warmen Tiefenwasser in der südöstlichen Küstenpolynya .....	108
3.3.2.7 Die Besiedlung der südlichen Küstenpolynya im Spätwinter.....	109
3.3.2.7.1 Das mikroskopische Erscheinungsbild der Planktonproben .....	110
3.3.2.8 Zusammenfassung der Ergebnisse zur Zusammensetzung und Entwicklung des Protistenplanktons in der Küstenpolynya .....	111
3.3.3 Die qualitative und quantitative Artenzusammensetzung in der Untereiswasserschicht.....	117
3.3.3.1 Die quantitative Artenzusammensetzung in der Untereiswasserschicht.....	118
3.3.3.2 Das mikroskopische Erscheinungsbild und weitere Beobachtungen an den Planktonproben.....	139
3.3.3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse zur qualitativen und quantitativen Zusammensetzung des Protistenplanktons in der Untereiswasserschicht.....	141
<b>4 Diskussion .....</b>	<b>142</b>
4.1 Einführung.....	142
4.2 Die Wintersituation im Pelagial.....	142
4.2.1 Das physikochemische Umfeld und die Strukturierung des Pelagials im Spätwinter	142
4.2.2 Die Protistenplanktonbesiedlungsmuster im Spätwinter.....	147
4.2.3 Die winterliche Protistenplanktongesellschaft.....	150
4.3 Der Übergang vom Winter zum Frühjahr im Pelagial .....	156
4.3.1 Die Änderungen des physikochemischen Umfeldes im Frühjahr.....	156
4.3.2 Der Ursprung der Saatzellen für die Phytoplanktonpopulationen des Frühjahrs.....	159
4.4 Die Bestandsentwicklung des Phytoplanktons im Winter und während des Übergangs zum Frühjahr.....	163
4.5 Die Ökologie der Plankter im Winter.....	166
4.6 Schlußbetrachtungen zur Ökologie des Phytoplanktons im Weddellmeer.....	177
<b>5 Literatur .....</b>	<b>181</b>
<b>6 Anhang .....</b>	<b>192</b>

## Zusammenfassung

Die Verteilung und Artenzusammensetzung des Phyto- und Protozooplanktons in Beziehung zur Hydrographie und Meereisbedeckung im Weddellmeer (Antarktis) im Spätwinter und die Entwicklung während des Übergangs zum Frühjahr werden in der vorliegenden Arbeit dargestellt. Der Zustand des winterlichen Planktons und die Rolle von verschiedenen Faktoren - erhöhter Lichteinfall in den Küstenpolynyen, Schmelzwasserzufuhr und Eintrag von Saatzellen - beim Übergang zur Frühjahrssituation in der Wassersäule wurden ermittelt.

Die Untersuchungen wurden während des zweiten Fahrabschnittes des Winter-Weddellsee-Projektes (WWSP, 1986) mit dem Forschungsschiff "Polarstern" von Anfang Oktober bis Mitte Dezember vor und während der Meereisschmelze durchgeführt. Es wurden zwei lange Schnitte durch das Packeis des östlichen Weddellwirbels auf dem Hinweg zur Küstenpolynya Anfang Oktober und auf dem Rückweg Anfang Dezember aufgenommen. Im Küstenstrom wurden sowohl vor dem Drescher Inlet küstennormale Schnitte (drei vor und drei nach der Schmelze) als auch diverse Stationen im südlichen Polynyagebiet vor Schmelzbeginn durchgeführt. Die Daten zur Hydrographie und Glaziologie wurden von Fahrbach und Rohardt bzw. Eicken (AWI, Bremerhaven) zur Verfügung gestellt; die Nährsalzmessungen wurden von Gordon und Moore (OSU, Corvallis, USA) durchgeführt.

Das Untersuchungsgebiet läßt sich in drei Zonen unterteilen: die nördliche Meereiskante ( $54^{\circ} 30' S - 60^{\circ} S$ ), der Packeisgürtel des östlichen Weddellwirbels ( $60 - 70^{\circ} S$ ) und die Polynyen über dem Küstenstrom des südöstlichen Weddellmeeres ( $70 - 77^{\circ} S$ ).

Im Spätwinter lagen die Chlorophyllkonzentrationen im Eisrandgebiet bei  $0,2 \mu g/l$  und nahmen im Weddellwirbel nach Süden hin ab auf Werte um  $0,04 \mu g/l$ . Auf dem schmalen Schelf in der südöstlichen Küstenpolynya wurde durch die bis mehrere hundert Meter tief reichende thermohalin bedingte Zirkulation der Aufbau von Phytoplanktonbiomasse in der Wassersäule verhindert. Trotz des saisonal zunehmenden Lichtangebots blieben die Chlorophyllkonzentrationen bis zur Schmelze im November mit Ausnahme eines Gebiets auf dem Südschelf bei etwa  $0,02 \mu g/l$ .

Die Winterplanktongesellschaft stellte trotz der extrem niedrigen Biomassen keine ruhende Gesellschaft dar. Kleine Flagellaten ( $< 10 \mu m$ ) sowie athekate Dinoflagellaten ( $10 - 20 \mu m$ ) dominierten den Phytoplanktonbestand. Die Diatomeenkonzentrationen waren relativ gering und Dauerstadien kamen äußerst spärlich vor. Die relativ hohen Konzentrationen von heterotrophen Protisten zeigten, daß sie auch bei sehr niedrigen Phytoplanktonkonzentrationen Nahrung finden können. Die Struktur dieser lichtlimitierten Wintergesellschaft ähnelte der der regenerierenden Gemeinschaften von nährsalzlimitierten Gewässern.

Trotz der niedrigen Diatomeenkonzentrationen zeigten ihre Verteilungsmuster unterschiedliche Gebiete im östlichen Weddellmeer an: Im nordöstlichen Weddellwirbel ( $58^{\circ} - 64^{\circ} S$ ) konnte anhand der Diatomeenarten die Zumischung von Wasser aus dem Zirkumpolarstrom nachgewiesen werden. Der Zustand von zirkumpolaren Arten unter dem Eis zeigte, daß diese bei Lichtmangel absterben. Die teilweise unterschiedliche Diatomeenzusammensetzung im Küstengebiet verdeutlichte - neben den unterschiedlichen hydrographischen und chemischen Eigenschaften - die eigenständige Vorgeschichte des Küstenstroms. Die Artenzusammensetzungen in der Wassersäule spiegelten sich im darüberliegenden Meereis wider. Dies zeigte, daß ein großer Teil der Diatomeen in der Wassersäule vom Meereis stammte.

Eine augenfällige Ausnahme bildete die südliche Küstenpolynya ( $73^{\circ} 30' - 76^{\circ} 30' S$ ) auf dem breiten Schelfgebiet, wo extrem hohe Phytoplanktonbiomassen im oberen Meter unter dem Eis am Polynyarand schon Ende Oktober beobachtet wurden. Eine stabilisierte Untereiswasserschicht - erzeugt durch dort akkumulierte lose Eisplättchen - ermöglichte durch Schaffung günstiger Lichtbedingungen schnelles Phytoplanktonwachstum, das erst durch Nitraterschöpfung des Wassers begrenzt wurde.

Nach Frühjahrsbeginn im November änderten sich durch Schmelzwasserzufuhr die physikalischen und chemischen Eigenschaften in der Oberflächenschicht. Sie förderte die Ausbildung von Deckschichten und erhöhte den Eintrag von Zellen in die Wassersäule. Da im Gebiet der nördlichen Meereiskante durch die geringen Dichteunterschiede zwischen

zirkumpolarem Wasser und Schmelzwasser aus dem Weddellwirbel die Ausbildung flacher Schmelzwasserdeckschichten verzögert wurde, nahmen die Bestände (ca. 0,2 µg Chl a/l) dort jedoch nicht zu. In der südöstlichen Küstenpolynya stiegen die Chlorophyllkonzentrationen auf nur ca. 0,1 µg/l an. Denn durch die fortdauernde tief reichende Zirkulation wurde eine Stabilisierung von seichten Schmelzwasserdeckschichten und der Aufbau von Phytoplanktonbiomasse in der Wassersäule auch nach Beginn der Meereisschmelze verhindert.

Die langsame Zunahme der Phytoplanktonbiomasse im Wasser war vorwiegend verursacht durch Heraussinken von Diatomeen aus dem weichen schmelzenden Eis, in dem sich bedingt durch die Veränderung der Struktur und Vergrößerung der Lakunen schnell große Algenbestände entwickeln konnten. Diese Zufuhr von Saatzellen aus dem Meereis bewirkte eine Verschiebung der Konzentrationsverhältnisse zugunsten der Diatomeen und leitete den Übergang zu Blütensystemen ein. Im nordöstlichen Weddellmeer zeigte die Artenzusammensetzung den andauernden Eintrag von Diatomeen durch Advektion aus dem eisfreien Nordwesten. Dort stammte deshalb ein Teil der Saatzellen aus dem Zirkumpolarstrom. Nur die Zellen, die sich während des Aufbaus von seichten Deckschichten in den oberen Horizonten befanden, konnten als Saatzellen für Phytoplanktonpopulationen des Weddellmeeres dienen. Von den Zellen, die nach Schmelzbeginn aus dem Meereis ins Wasser gelangten, trug deshalb nur ein Teil zum Aufbau der Frühjahrsbestände bei, denn die Ausbildung von Deckschichten setzte nur langsam ein und war in der Küstenpolynya und am nördlichen Eisrand deutlich verzögert.

Im östlichen Weddellmeer wurde offensichtlich der Aufbau des Phytoplanktonbestandes in der Wassersäule vom Lichtangebot kontrolliert. Die Lichtbedingungen in der Oberflächenschicht wurden durch die Eisbedeckung und die großen Durchmischungstiefen verschlechtert. Die Biomassenzunahme verlagerte sich ins und ans Meereis.



## Summary

The distribution and species composition of phyto- and protozooplankton were investigated in relation to the hydrographic and sea ice regimes in the Weddell Sea (Antarctica) in late winter. Their growth and development during the winter-spring transition were also studied. Furthermore, the condition of the winter phytoplankton and the role of several factors such as enhanced light levels in coastal polynyas, intrusion of meltwater and of "seeding" cells into the upper water layers during the transition to the spring situation were evaluated.

Investigations were carried out between the beginning of October and mid-December - before and during the course of sea ice melting - during the second leg of the Winter Weddell Sea Project (WWSP, 1986) on R.V. "Polarstern". Two long sections through the pack ice of the eastern Weddell Gyre were conducted during October and December on the way to and from the polynyas along the south eastern coast. Transects perpendicular to the coast were carried out off Drescher Inlet in the coastal current (three before and three during sea ice melting). Before the onset of melting, several stations were also carried out in the very southern coastal polynya regions. Hydrographical data were provided by Fahrback and Rohardt and glaciological data by Eicken. (all AWI, Bremerhaven, Germany). Nutrient measurements were carried out by Gordon and Moore (OSU, Corvallis, USA).

The area of investigation can be separated into three zones: the northern sea ice edge zone, (54° 30' S - 60° S), the pack ice girdle of the eastern Weddell Gyre (60 - 70° S) and the polynyas over the coastal current in the southeastern Weddell Sea (70 - 77° S).

Late winter chlorophyll concentrations were about 0,2 µg/l in the northern ice edge area. On the way south, they decreased to values of 0,04 µg/l. Biomass build-up in the water column was prevented above the narrow shelf in the southeastern coastal polynyas due to a thermohaline circulation which reached down several hundreds of meters. Despite seasonally increasing light levels, chlorophyll concentrations remained at 0,02 µg/l until the onset of sea ice melting in November. An exception were the polynyas over the southern shelf, where concentrations of about 0,1 µg/l were measured.

The plankton community during winter was not a resting assemblage. Phytoplankton was dominated by small flagellates (< 10 µm) and athecate dinoflagellates (10 - 20 µm). Diatom concentrations were relatively low and resting stages were seldom found. Heterotrophic protists were obviously able to find food at very low phytoplankton concentrations since they were present in high numbers relative to those of the autotrophs. The structure of this light limited winter assemblage resembled that of regenerating communities in nutrient-limited waters of lower latitudes.

Despite very low diatom concentrations, distinct distribution patterns representative of different areas in the eastern Weddell Sea, could be distinguished. The distribution of diatom species in the northeastern Weddell Gyre (58° - 64° S) reflected advection of surface water from the Circumpolar Current. The condition of these circumpolar species under sea ice indicated that they had died because of light deficiency. Apart from the different hydrographical and chemical features, the developmental history of the coastal current was verified by the different diatom species composition in the coastal areas. Species composition in the water column was also reflected in the sea ice above. This indicated that a considerable number of diatoms originated from the sea ice.

A striking exception were the polynyas above the wide shelf in the south (73° 30' - 76° 30' S): Extremely high phytoplankton biomass was observed as early as end the of October in the uppermost meter of water under the ice at the polynya-margins. An under-ice water layer was stabilized by loose platelet ice which had accumulated under drifting sea ice. The favourable light conditions in these layers enabled phytoplankton to grow rapidly up to the stage of nitrate exhaustion.

The beginning of spring was characterized by the onset of sea ice melting in November. The physical and chemical properties of the surface water changed due to the intrusion of meltwater. Shallow surface layers of water were initiated and the release of cells from the ice into the water column was enhanced. However, chlorophyll standing stocks (approx. 0,2 µg/l) did not increase

in the northern ice edge area (60 - 58° S), because the stabilization due to shallow meltwater surface layers was delayed. The likely cause was the weak density differences between circumpolar water and meltwater from the Weddell Gyre. Chlorophyll concentrations in the southeastern coastal polynyas only increased to levels of 0,1 µg/l. In this area the continuous, deep thermohaline circulation, prevented formation of shallow meltwater layers, and a subsequent build up of biomass in the water column, even after the onset of ice melting.

The gradual increase of phytoplankton biomass was mainly due to diatoms sinking out of the melting ice. During melting, large algal stocks were able to develop rapidly in the sea ice, because brine pockets and channels were enlarged. This supply of "seed" cells into the water column caused a shift in the concentration ratios, towards diatoms and was the prelude of the transition to bloom systems. The continuing intrusion of diatoms, by advection from the ice-free northwest areas, could be observed in the northeastern Weddell Sea. In that area therefore, a portion of the potential "seed" cells originated from the Circumpolar Current. Only those cells, which were in the upper layers during the stabilization of shallow melt water lenses, were able to function as "seed" cells for phytoplankton populations of the Weddell Sea. Hence only a portion of the cells, which sank out of the ice into the water after the onset of melting, contributed to the initiation of spring phytoplankton stocks. This was because the stabilization of shallow surface layers proceeded only slowly and was clearly delayed in the coastal polynyas and in the northern ice edge area.

The spring increase of phytoplankton stocks in waters of the eastern Weddell Sea was evidently controlled by light. Light availability in the surface layers was impaired by the ice cover and extensive mixing depths. Biomass build-up therefore occurred primarily in sea ice and in its proximity.

## Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

<b>AABW</b>	Antarctic Bottom Water	(Antarktisches Bodenwasser)
<b>AASW</b>	Antarctic Surface Water	(Antarktisches Oberflächenwasser)
<b>ACC</b>	Antarctic Circumpolar Current	(Antarktischer Zirkumpolarstrom)
<b>CDW</b>	Circumpolar Deep Water	(Zirkumpolares Tiefenwasser)
<b>cWDW</b>	cold Warm Deep Water	(kaltes Warmes Tiefenwasser)
<b>ESW</b>	Eastern Shelf Water	(Östliches Schelfwasser)
<b>EWD</b>	East Wind Drift	(Östwinddrift)
<b>ISW</b>	Ice Shelf Water	(Eisschelfwasser)
<b>LCDW</b>	Lower Circumpolar Deep Water	(Unteres Zirkumpolares Tiefenwasser)
<b>NADW</b>	North Atlantic Deep Water	(Nordatlantisches Tiefenwasser)
<b>POC</b>	Particulate Organic Carbon	(Partikulärer organischer Kohlenstoff)
<b>PON</b>	Particulate Organic Nitrogen	(Partikulärer organischer Stickstoff)
<b>PPC</b>	Phytoplankton Carbon	(Phytoplanktonkohlenstoff)
<b>PRC</b>	Protistplankton Carbon	(Protistenplanktonkohlenstoff)
<b>PZC</b>	Protozooplankton Carbon	(Protozooplanktonkohlenstoff)
<b>UCDW</b>	Upper Circumpolar Deep Water	(Oberes Zirkumpolares Tiefenwasser)
<b>WDW</b>	Warm Deep Water	(Warmes Tiefenwasser)
<b>WSBW</b>	Weddell Sea Bottom Water	(Weddellmeerbodenwasser)
<b>WSC</b>	Weddell Scotia Confluence	(Weddell-Scotia-Konfluenz)
<b>WSW</b>	Western Shelf Water	(Westliches Schelfwasser)
<b>WW</b>	Winter Water	(Winterwasser)
<b>wWDW</b>	warm Warm Deep Water	(warmes Warmes Tiefenwasser)



## 1 Einleitung

In polaren Gebieten der Erde ist die Menge des in die Wassersäule eindringenden Lichtes großen Fluktuationen unterworfen. Die Ursachen hierfür sind die saisonal schwankenden Tageslängen und die ebenfalls an die Jahreszeiten gekoppelte Ausdehnung des Meereises, welches die Beschattung der Wassersäule bewirkt. Die Stabilität und Tiefe der durchmischten Schicht werden durch die Dichtedifferenz zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser sowie Einwirkungen und Wechselwirkungen von Wind und Sonneneinstrahlung bestimmt. Windeinfluß und eindringende Strahlung werden ihrerseits modifiziert durch die Eisbedeckung, eindringende Strahlung außerdem durch die Rauheit der Wasseroberfläche. Die Phytoplankter in den oberen Schichten des Ozeans werden mit dem sie umgebenden Wasserpaket durch Meeresströmungen horizontal über große Entfernungen transportiert und gleichzeitig vertikal bis hin zur unteren Grenze der Deckschicht durchmischt. Das Lichtangebot für Phytoplankter in polaren Gebieten resultiert also aus dem Zusammenwirken dieser Faktoren.

Die saisonalen Schwankungen der Tageslänge werden mit zunehmender Breite extremer, jedoch sind die Nord-Süd-Unterschiede der integrierten Globalstrahlung in der Antarktis nicht so groß, da die Bewölkungsdichte in der Westwinddrift in der Regel viel höher als im Süden in Kontinentnähe ist. Dies bedeutet, daß trotz kürzerer Sommer in der Hochantarktis die Gesamtlichtmenge, die die Meeresoberfläche erreicht, größer sein kann als weiter nördlich (Sakshaug und Holm-Hansen 1984).

In der südlichen Antarktis nimmt die Lichtzufuhr nach der Tag-Nacht-Gleiche schnell zu, so daß bereits ab Oktober verstärktes Phytoplanktonwachstum ermöglicht wird. Jedoch ist die Wachstumssaison des Phytoplanktons auf nur wenige Monate im Jahr begrenzt, bedingt durch die Eisbedeckung. Im südlichen Weddellmeer beginnt die Meereisschmelze ein bis drei Monate später als an der nördlichsten Eiskante, die Meeresoberfläche ist erst ab Januar eisfrei. Allerdings begünstigt das Schmelzen des Meereises durch die Zufuhr salzarmen Schmelzwassers die Stabilisierung von seichten Oberflächenschichten, in denen Phytoplanktonblüten sich rapide entwickeln können (Marshall 1958). Ein weiterer Faktor, der die Entwicklung von Eiskantenblüten fördern kann, sind die aus dem Eis herauschmelzenden Algen, die als Inoculum dienen (Hasle 1969, Garrison und Buck 1985, Smith und Nelson 1985, Garrison et al. 1987, Fryxell und Kendrick 1988, Fryxell 1989). Die mit dem Eisrand nach Süden wandernden Eiskantenblüten werden für einen großen Teil der Primärproduktion in der Antarktis verantwortlich gemacht (Jennings et al. 1984, Sakshaug und Holm-Hansen 1984, Smith und Nelson 1985 und 1986, Smith 1987, Sakshaug 1989, Sakshaug und Skjoldal 1989).

Satellitenbeobachtungen haben gezeigt, daß sich während des ganzen Winters eisfreie Streifen - bis zu 50 km breit - entlang der Küsten des Kontinents ziehen (Zwally et al. 1983 und 1985). Diese Küstenpolynen entstehen nicht durch Schmelzen der Eisdecke, sondern durch Einwirkung von ablandigen Ostwinden (Gordon 1988). Dadurch wird der Küstenstrom, der salzarmes Schelfwasser westwärts entlang des Kontinents transportiert, exponiert. Die Algen im Küstenstrom sind, da das Schelfwasser an der Küste verbleibt und unter den Küstenpolynen entlanggeführt wird, einem relativ hohen Lichtangebot ausgesetzt, womit ein langsamer Bestandsaufbau trotz einer fehlenden seichten Schmelzwasserschicht möglich wäre. Die durch diese besonderen physikalischen Bedingungen eher beginnende Primärproduktion bedeutete auch einen früheren Sommerbeginn für die pelagischen und benthischen Lebensgemeinschaften am Schelf. Die Auswirkungen dieser Polynen für die Ökologie waren bisher nicht bekannt.

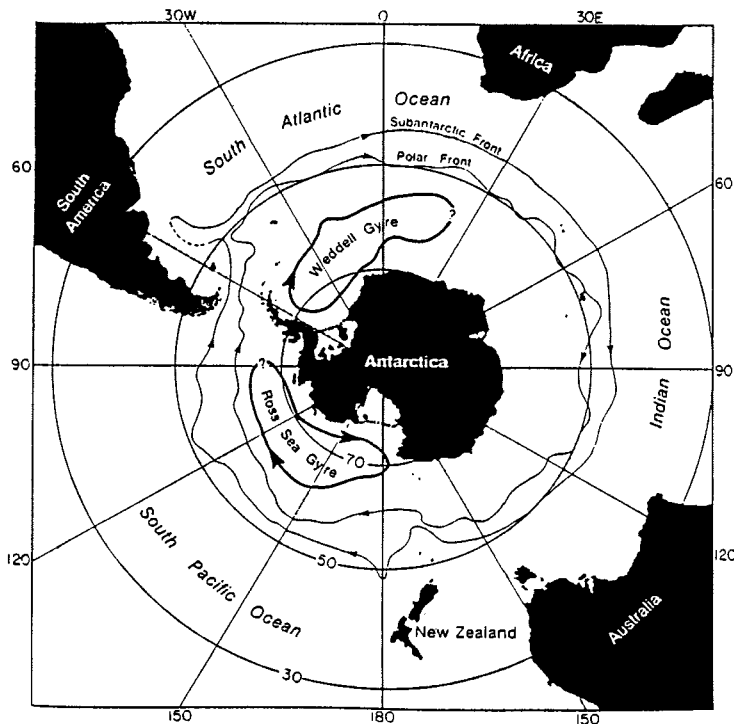
Die systematische Erforschung der Phytoplanktonökologie im Weddellmeer wurde von Hart (1934, 1942) eingeleitet. Er führte ausgedehnte Untersuchungen im nördlichen Weddellmeer im Frühsommer und Sommer durch. Eine Reihe von Untersuchungen zur Ökologie des Phytoplanktons liegen auch von der nördlichen Eiskante des westlichen Weddellmeeres im Frühjahr und im Herbst vor (Garrison et al. 1987, Buck und Garrison 1988, Fryxell und Kendrick 1988, Garrison und Buck 1989, Fryxell 1989 u.a.). Im südlichen Weddellmeer wurde die Phytoplanktonökologie nur im Sommer an der Eiskante (Ackley et al. 1979, El-Sayed und Taguchi 1981, Buck und Garrison 1983, Garrison und Buck 1985) und im freien Wasser erforscht (El-Sayed 1971, Hayes et al. 1984, von Bröckel 1985, Bidigare et al. 1986, Bodungen et al. 1988, Nöthig 1988, Nöthig und Bodungen 1989). Über den Phytoplanktonbestand des eisbedeckten Weddellmeeres im Winter ist wenig bekannt. Bisher liegen nur von Marra und

Boardman (1984) und Burckle (1987) einige Untersuchungen aus dem nordöstlichen Weddellwirbel vor.

Der zweite Fahrtabschnitt des Winter-Weddellsee-Projektes (WWSP, 1986) mit dem Forschungsschiff "Polarstern" führte von Anfang Oktober bis Mitte Dezember in das östliche und südliche eisbedeckte Weddellmeer. Diese Expedition ermöglichte erstmalig, ökologische Untersuchungen während des Spätwinters und des Übergangs zum Frühjahr, der durch den Beginn der Meereisschmelze markiert ist, von der nördlichen Meereiskante durch den Packeisgürtel des östlichen Weddellwirbels bis zu den Küstenpolynyen an der südöstlichen Küste durchzuführen. Die phytoplankton- und protozooplanktonökologischen Ergebnisse dieser Expedition werden in dieser Arbeit dargestellt und interpretiert. Die Messungen während dieser Fahrt wurden zur Beantwortung folgender Fragestellungen geplant und durchgeführt: Untersucht werden sollte, ob in den Küstenpolynyen die Phytoplanktonentwicklung früher als in den nördlicheren eisbedeckten Gebieten - möglicherweise bereits vor dem Beginn der Meereisschmelze - einsetzt. Änderungen der Artenzusammensetzung vom Spätwinter bis zum beginnenden Frühjahr im nördlichen Eisrandgebiet, im Packeisgebiet des zentralen Weddellmeeres und im Küstenpolynyagebiet sollten verfolgt werden. Es sollte abgeschätzt werden, inwieweit Zellen aus dem Eis als "Saatzellen" der Protistenplanktonbestände eine Rolle spielen. Zur Erfassung des Bestandes und der Entwicklung des Phytoplanktons im Spätwinter und im Verlauf des Frühjahrsbeginns wurde der Chlorophyllgehalt als Biomasseparameter gemessen und die qualitative und quantitative Artenzusammensetzung bestimmt. Messungen des partikulären Kohlenstoffs und Stickstoffs im Pelagial sollten Aufschluß geben über den Gehalt an partikulärer organischer Substanz und die Entwicklung dessen vor und nach Frühjahrsbeginn. Die Erfassung aller Parameter diente auch dem Vergleich der Protistenplanktonpopulationen des Spätwinters und frühen Frühjahrs mit den während anderer Jahreszeiten im Weddellmeer festgestellten Beständen.

Um ein Gesamtbild des Pelagials zu erhalten, wurden der Bestand und die Entwicklung des Protistenplanktons in Beziehung zum physikochemischen Umfeld betrachtet und interpretiert. Die in dieser Arbeit ausgewerteten und dargestellten Parameter zum physikalischen und chemischen Umfeld umfassen die Temperatur, Salzgehalte und die Nährsalzgehalte (Nitrat, Phosphat, Silikat, Ammonium) des Wassers. Desweiteren werden einige Aspekte der Meereis- und Globalstrahlungsbedingungen, sowie der Strömungsbedingungen zur Beschreibung der physikalischen Umwelt herangezogen. Die Daten wurden mir freundlicherweise von folgenden Arbeitsgruppen überlassen: Die Temperatur und Salzgehaltmessungen, sowie Strömungsmessungen wurden von Fahrbach und Rohardt (AWI, Bremerhaven), die Nährsalzmessungen von Gordon und Moore (OSU, Corvallis) durchgeführt. Von einer Arbeitsgruppe bestehend aus Glaziologen und Biologen des AWI wurde die Beprobung und Beobachtung des Meereises durchgeführt. Ergänzend wurden eigene Beobachtungen zu den Meereisbedingungen von Bord aus während der Fahrt vorgenommen.

## 1.1 Wassermassen- und Meereisverteilungen und Zirkulationsmuster im Untersuchungsgebiet



**Abb. 1:** Das Südpolarmeer setzt sich zusammen aus den südlichen Abschnitten des Atlantischen, Pazifischen und des Indischen Ozeans. Der Weddellwirbel liegt im atlantischen Sektor, der Rosswirbel im pazifischen Sektor des südlichen Ozeans (Abbildung aus Whitworth III 1988)

Das Südpolarmeer, das als geschlossener Gürtel den antarktischen Kontinent umgibt, ist nach Norden hin zum subantarktischen Meer durch die Polarfront - die Antarktische Konvergenz-, die auf 50° bis 55° südlicher Breite liegt, abgegrenzt. Südlich der Polarfront liegt das kalte salzarme Antarktische Oberflächenwasser (**AASW**, siehe auch im Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen), das im Norden wärmer und salzärmer als im Süden ist. Unter dem Antarktischen Oberflächenwasser fließt das warme, ungefähr 2000 m mächtige Zirkumpolare Tiefenwasser (**CDW**) nach Süden. Der untere Teil - das **LCDW** - stammt aus dem Nordatlantischen Tiefenwasser (**NADW**) und ist durch ein Nährsalzminimum und ein Salinitätsmaximum gekennzeichnet. Der obere Teil - das **UCDW** - zeichnet sich durch ein Sauerstoffminimum und ein Nährsalzmaximum - Silikat ausgenommen - aus. Die Quellen dieses nährsalzreichen Wassers sind der Indische und der Pazifische Ozean. Die Silikatanreicherung des Tiefenwassers erfolgt größtenteils im Indischen Sektor des Südlichen Ozeans selbst durch Bodenkontakt und Lösungsprozesse im Wasser (Whitworth und Nowlin 1987, Peterson und Whitworth 1989), oder über das Antarktische Bodenwasser, das sich im Enderby Basin (Indischer Ozean Sektor) mit Silikat anreichert (Rutgers van der Loeff und van Bennekom 1989). Unter dem **CDW** strömt das kalte, ungefähr 1100 m mächtige Antarktische Bodenwasser (**AABW**) nach Norden. Dieser Wasserkörper wird zum größten Teil im Weddellmeer gebildet, und ist durch ein Sauerstoffmaximum gekennzeichnet (Deacon 1977, Hellmer und Bersch 1985). In allen drei Hauptwassermassen des Südpolarmeeres liegen die Nährsalzkonzentrationen verhältnismäßig hoch. Sie werden aufrechterhalten durch das **CDW** bzw. das **UCDW**, das sowohl das Oberflächenwasser wie das Bodenwasser speist (Nelson und Gordon 1982).

Angetrieben durch die Westwinde bewegen sich die Wassermassen im Antarktischen Zirkumpolarstrom (**ACC**) nach Osten. Dieses Stromband erstreckt sich von ca. 45° S in der

subantarktischen Zone bis zur Antarktischen Divergenz bei etwa 64 bis 65° S (Hellmer und Bersch 1985). Südlich der Antarktischen Divergenz fließen in der Ostwinddrift (**EWD**) die Wassermassen nach Westen (Deacon 1977, Deacon 1982, Hellmer und Bersch 1985). Die Antarktische Divergenz läuft nicht als geschlossener Ring um den antarktischen Kontinent herum (Deacon 1982), da der nach Westen fließende Strom in die großen sich zyklonisch drehenden Wirbel des Weddellmeeres und des Rossmeeres inkorporiert wird und über weite Strecken aus den südlichen Flanken dieser Wirbel besteht (Hellmer und Bersch 1985, Gordon 1988). Über dem Kontinentalschelf fließt der Antarktische Küstenstrom den Konturen der Küste folgend als ein ungefähr 100 km breites Stromband nach Westen (Carmack und Foster 1975 b und 1977, Deacon 1977).

Das Weddellmeer, das im Süden und Westen halbkreisförmig vom antarktischen Kontinent begrenzt ist, wird von den drei beschriebenen Hauptwassermassen gefüllt. Im ozeanischen Bereich ("oceanic domain", Carmack und Foster, 1977) erhält das Oberflächenwasser - das Weddell-Winterwasser (**WW**) - vornehmlich durch das Meereiswachstum seine Temperatur- und Salzgehaltscharakteristika. An den nördlichen und südlichen Rändern ist das Winterwasser über 200 m mächtig, jedoch auf ca. 64 bis 65° S - der Divergenzzone - nimmt die vertikale Ausdehnung dieser Schicht bedingt durch das Aufsteigen von warmem Tiefenwasser (**WDW**) auf weniger als 80 m ab (Foster und Carmack 1976 a, Gordon und Huber 1984). Über dem Winterwasser liegt im Sommer eine um 1 bis 4° C wärmere und 0,5 bis 2 ‰ salzärmere 20 bis 50 m mächtige Deckschicht (Carmack und Foster 1975 b, Gordon und Molinelli 1982). Diese Schicht entsteht im Frühsommer durch die Meereisschmelze und wird durch Sonneneinstrahlung weiter erwärmt.

Als **WDW** wird die etwas kältere und salzärmere Komponente des zirkumpolaren Tiefenwassers (**CDW**) im Weddellmeer bezeichnet (Carmack und Foster 1977, Gordon 1982). Im ozeanischen Bereich des Weddellmeeres liegt unter dem warmen Tiefenwasser (**WDW**) ab ca. 2000 m Tiefe das Antarktische Bodenwasser (**AABW**, Carmack und Foster 1975 b). Das **AABW** entsteht aus der Vermischung von Weddellmeerbodenwasser (**WSBW**), das am Kontinentallhang im südlichen Weddellmeer neu gebildet wird (Carmack und Foster 1977, Hellmer und Bersch 1985), und **WDW** (Foster et al. 1987).

Im Schelfbereich ("shelf domain", Carmack und Foster 1977), fließt auf dem östlichen Schelf im Küstenstrom das Östliche Schelfwasser (**ESW**), das genauso kalt, jedoch etwas salzärmer als das Winterwasser ist. Auf dem westlichen Schelf liegt das Westliche Schelfwasser (**WSW**). Es besitzt ebenfalls die gleichen Temperatureigenschaften wie das **WW**, ist jedoch salziger. Vor dem Rönne-Filchner-Schelfeis, das einen Teil der südlichen Weddellmeerküste bildet, ist der Schelf auf der Höhe des Filchnerschelfeises durch eine 1100 m tiefe Depression unterbrochen. Diese ist angefüllt mit Eisschelfwasser (**ISW**), das von der Schelfeisunterseite stammt, im Salzgehalt dem **WSW** gleicht und die niedrigsten Temperaturen im Weddellmeer aufweist (Carmack und Foster 1975 a, Foldvik et al. 1985).

Der Weddelwirbel, in dem sich diese Wassermassen bewegen (Foster und Carmack 1976 a), wird zum Zirkumpolarstrom (**ACC**) im Bereich des South Scotia Ridges (bei ca. 58° S und 45 bis 55° W) deutlich durch die Weddell-Scotia-Konfluenz (**WSC**) (Gordon et al. 1977, Patterson und Sievers 1980) abgegrenzt. Diese Front ist westlich 45° W besonders im Winter scharf ausgeprägt und fächert sich nach Osten hin weit auf (Hellmer und Bersch 1985, Whitworth und Nowlin 1987). Dort stehen die mäandrierende südliche Flanke des **ACC** und der Weddellwirbel im Austausch miteinander. Die nördliche Flanke des Weddellwirbels erstreckt sich im östlichen Bereich bis ungefähr 55° S und dreht bei ungefähr 20 bis 30° O nach Süden oder Südwesten: Die genauen Stömungsverhältnisse am östlichen Rand des Wirbels sind jedoch noch nicht bekannt (Deacon 1979, Comiso und Gordon 1987). Beim Zufließen des Wirbelwassers auf die südöstliche Weddellmeerküste trifft er auf der Länge der Maud Kuppe (2 bis 4° O) auf den von Osten kommenden Küstenstrom. Durch Ostwinde angetrieben fließt der Küstenstrom mit Geschwindigkeiten von bis zu 40 cm/s über dem schmalen nordöstlichen und südöstlichen Weddellmeerschelf entlang der Schelfeiskante. Bei ca. 27° W tritt eine Divergenz des Stromes auf. Ein Teil fließt weiter nach Südwesten an der Schelfeiskante entlang zum Filchner Schelfeis, der andere Teil folgt dem Rand des Kontinentalschelfes nach Westen (Carmack und Foster 1977).



Das Meereis, das mit dem Weddellwirbel transportiert wird (Kottmeier und Hartig 1988, Limbert et al. 1989, Kottmeier und Hartig im Druck), erreicht seine größte Ausdehnung im August und seine geringste im Februar; im Winter ist das gesamte Weddellmeer bis ca.  $57^{\circ}$  S bedeckt (Ropelewski 1983, Zwally et al. 1983, Anon. 1985, Maykut 1985). Im östlichen Weddellmeer findet sich nur einjähriges Packeis (Clarke und Ackley 1984). Unterbrochen wird die Eisdecke nur durch Waken. Dies sind einige Meter bis zu einigen hundert Meter breite Streifen freien Wassers, die durch Windeinwirkung entstehen und durch Neueisbildung oder Windrichtungsänderung schnell wieder geschlossen werden. Auf der Breite der antarktischen Divergenz gibt es zwischen  $10^{\circ}$  E und  $25^{\circ}$  W Zonen geringer Eisdichte bzw. eisfreie Zonen (Deacon 1982). Speziell im Maud Kuppen-Gebiet auf 2 bis  $4^{\circ}$  östlicher Länge und in der Cosmonaut See im östlichen Teil des Weddellmeeres entstehen in manchen Jahren ausgedehnte eisfreie oder eisarme Flächen - ozeanische Polynyas (Comiso und Gordon 1987). Sie entstehen durch Tiefenkonvektion von Warmem Tiefenwasser **WDW** (Gordon und Huber 1984, Gordon et al. 1984, Comiso und Gordon 1987). Da Wärmezufuhr durch eine Wassermasse erfolgt, wird dieser Polynyatypus als "sensible heat polynya" bezeichnet (Gordon 1988).

Küstenpolynyen entstehen dagegen nicht durch Wärmezufuhr, sondern durch katabatische Winde, die ständig vom Kontinent herab über das Schelfeis wehen (Hellmer und Bersch 1985). Diese Fallwinde werden hinter der Küste durch den Corioliseffekt nach links abgelenkt und treiben den Küstenstrom an. Sie reißen die Meereisdecke immer wieder auf und schieben das Eis von der Küste weg. Die so entstehenden freien Wasserflächen verlieren Wärme aufgrund der fehlenden Isolation durch das Eis (Foster 1972, Hellmer und Bersch 1985) und Neueis wird gebildet, das wiederum von der Küste weggeschoben wird (Zwally et al. 1985). Weil durch die Neueisbildung latente Wärme entsteht und abgegeben wird, werden Küstenpolynyen als "latent heat polynyas" bezeichnet (Gordon 1988). Sie existieren durch Satellitenbilder erkennbar an allen Küsten des antarktischen Kontinents (Zwally et al. 1983, Gordon 1988) und bewirken dort eine intensive Neueisproduktion, die eine Aufsatzung des Wassers zur Folge hat (Foster 1972, Zwally et al. 1985). Auch an der südöstlichen Küste des Weddellmeeres bilden sich in jedem Winter ausgedehnte Küstenpolynyen.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Das Untersuchungsgebiet

Der zweite Abschnitt des WWSP '86 mit dem Forschungsschiff "Polarstern" führte in das östliche Weddellmeer und die Küstenpolynyen vor der südöstlichen Weddellmeerküste. Das Gebiet des östlichen und südöstlichen Weddellmeeres liegt vorwiegend über großen Wassertiefen von 1000 bis 5000 m. Bei etwa 65° S und 3° O wölbt sich die Maud Kuppe bis 2000 m unter die Meeresoberfläche. Der Kontinentalschelf an der südöstlichen Weddellmeerküste ist nur 10 bis 50 km breit. Auf 72° 20' südlicher Breite verschwindet der Schelf nördlich des Drescher Inlets zwischen 18 und 19° W unter dem dort vorstehenden Schelfeis - dem Vestkapp. Südlich von 73° 30' S verbreitert sich der Schelf auf einige hundert Kilometer. Während unseres Expeditionsabschnittes Ant V/3 von Anfang Oktober bis Anfang Dezember wurden von verschiedenen Arbeitsgruppen meteorologische und glaziologische Untersuchungen, sowie Untersuchungen zur physikalischen und chemischen Ozeanographie durchgeführt. Im Rahmen des biologischen Programmes wurde das Phytoplankton sowie das Zooplankton und Benthos bearbeitet.

Die Abbildung 2 gibt eine Übersicht über den Fahrtverlauf und die Lage der Wassersäulen- und Untereisstationen. Die Probenahmen und Untersuchungen zur Phytoplanktonökologie, die in dieser Arbeit vorgestellt werden sollen, wurden auf zwei Schnitten durch das östliche Weddellmeer und in der Küstenpolynya durchgeführt. Die Schnitte durch das Packeis des Weddellmeeres wurden auf dem Hin- und auf dem Rückweg zur bzw. von der Küstenpolynya (vor der Atka Bucht) Anfang Oktober und Anfang Dezember durchgeführt. Sie werden im folgenden als **Nord-Süd-Schnitt** (von 54° 30' S, 6° O bis 70° 30' S, 8° 30' W; Länge ca. 2000 km) bzw. als **Süd-Nord-Schnitt** (von 70° 30' S, 8° 30' W bis 58° S, 0° 30' O; Länge ca. 1450 km) bezeichnet (Abb. 2 a). Der **Nord-Süd-Schnitt** führte westlich an der Maud Kuppe vorbei; der **Süd-Nord-Schnitt** beinhaltete einen Abstecher nach Osten in das Gebiet über der Maud Kuppe; diese Stationen werden jedoch in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt. In der Küstenpolynya wurden im Gebiet vor dem **Drescher Inlet** (ein Einschnitt im Schelfeis) neun küstennormale Schnitte gefahren. Sieben Schnitte wurden vor das Inlet (72° 52' S, 19° 22' W), zwei Schnitte wurden etwa 55 km weiter südlich vor die Schelfeiskante gelegt. Die Schnitte vor dem Drescher Inlet werden im folgenden Text als **Drescherschnitte**, die Schnitte etwas weiter südlich als **Südschnitte** bezeichnet (Abb. 2 b). Die ersten beiden Drescherschnitte wurden von der Küste bis ca. 70 km vor die Schelfeiskante ausgedehnt, da die Polynya weit geöffnet war. Die folgenden Drescherschnitte und die Südschnitte konnten nur bis 35 bzw. 40 km vor die Schelfeiskante ausgedehnt werden. Der erste der beiden Südschnitte verlief aus logistischen Gründen nicht geradlinig und die Wassersäule wurde nur auf drei Stationen beprobt. Deshalb wird im Folgenden dieser Südschnitt 1 nur am Rande behandelt. Die Drescherschnitte I und II bzw. V und VI wurden kurz hintereinander am gleichen oder von einem zum folgenden Tag durchgeführt; die Schnitte I und V führten von der Küste weg, die Schnitte II und VI jeweils zurück zur Küste. Auf diesen Schnitten wurden aus logistischen Gründen Messungen und Probenahmen zur physikalischen und chemischen Ozeanographie nur auf dem Weg zur Küste - Schnitt II bzw. Schnitt VI - durchgeführt. Die Proben zur Phytoplanktonökologie wurden auf Drescherschnitt I sowie auf einigen Stationen von Drescherschnitt II, und auf Drescherschnitt V genommen. Da die Schnitte quasi synoptisch waren, wurden die physikalischen und chemischen Daten der Drescherschnitte II und VI für die Schnitte I bzw. V übernommen.

Von 73° 40' S, 22° W bis 76° 30' S, 33° W wurden in der südlichen Küstenpolynya über dem Schelf auf einigen Stationen die Wassersäulen beprobt. Diese Stationen werden im Folgenden als **südliche Polynyastationen** oder **südliche Schelfstationen** bezeichnet (Abb. 2 c). In diesem Gebiet wurde außerdem auf 74° S ein küstensenkrechter Schnitt durchgeführt, dieser wird als **Halley-Divergenzschnitt** bezeichnet.

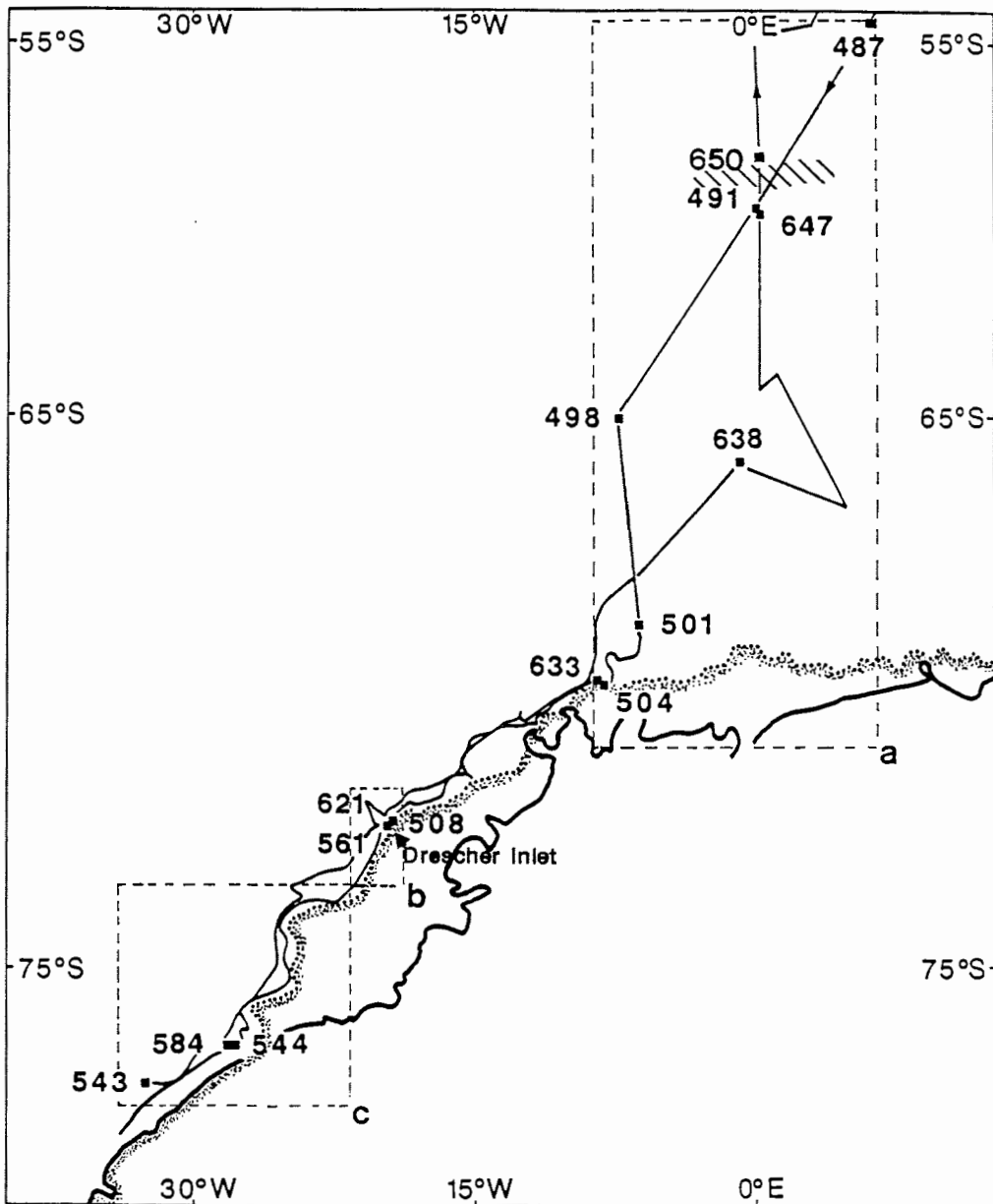


Abb. 2: Fahrtroute der Polarstern während ANT V/3. Die Ausschnitte a, b, c geben die Lage der Untersuchungsgebiete an und werden in den Abbildungen 2a, 2b, 2c vergrößert dargestellt. (Die Lage des nördlichen Meereisrandes bei 58° S ist angedeutet)

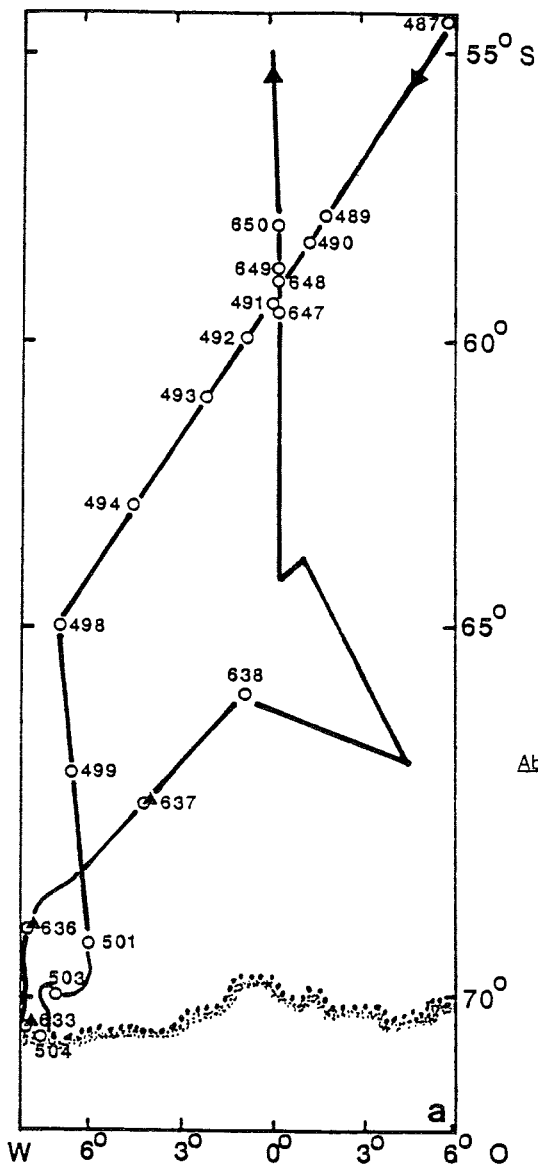


Abb. 2 a: Lage der Stationen auf dem Nord-Süd-Schnitt im Spätwinter und dem Süd-Nord-Schnitt im Frühjahr durch den östlichen Weddellwirbel (○ : Beprobung der Wassersäule, ▲ : Beprobung der Untereiswasserschicht)

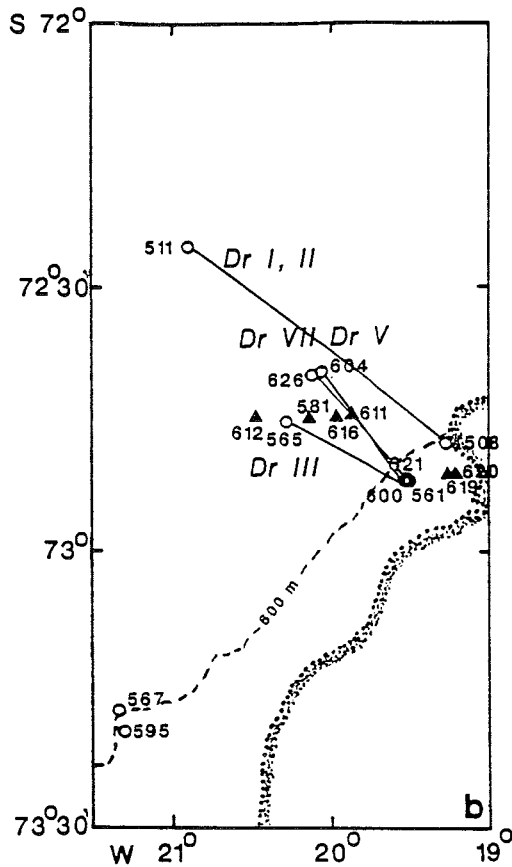
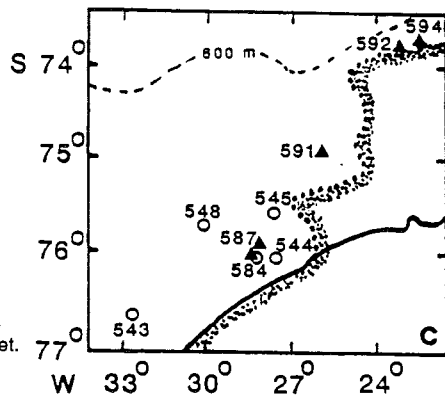


Abb. 2 b: Lage der Stationen in der südöstlichen Küstenpolynya. Angegeben sind von den Wassersäulenstationen nur die küstennächsten und die küstenernsten Stationen der Drescherschnitte I, II, III, V, VII sowie die küstennächsten Stationen der Südschnitte 1 und 2; siehe auch Tabelle 1. Der Verlauf des Schelfrandes in 600 m ist angedeutet. (○ : Beprobung der Wassersäule, ▲ : Beprobung der Untereiswasserschicht)

Abb. 2 c: Lage der Stationen in der südlichen Küstenpolynya. Der Verlauf des Schelfrandes in 600 m ist angedeutet. (○ : Beprobung der Wassersäule, ▲ : Beprobung der Untereiswasserschicht)



## 2.2 Probennahme und Aufarbeitung

Die Beprobung der Wassersäule zur Bestimmung der chemischen und biologischen Parameter erfolgte mit einem Kranzwasserschöpfer, an dem 12 bzw. 24 Niskinflaschen und eine CTD-Sonde (Neil-Brown) angebracht waren. Wassertemperatur, Salzgehalt und Tiefe wurden mit der CTD-Sonde kontinuierlich gemessen. Auf dem Nord-Süd-Schnitt wurden im eisfreien Gebiet vor der Eiskante (von Station 487 bis 489) Oberflächentemperatur- und Oberflächensalzgehaltsmessungen während der Fahrt mit dem Thermosalinographen durchgeführt.

Zur Bestimmung der biochemischen Parameter - Chlorophyllgehalt (Chl *a*), Gehalt an partikulärem organischem Kohlenstoff (POC) und Stickstoff (PON) - und der qualitativen und quantitativen Artenzusammensetzung wurden Proben mit dem Kranzwasserschöpfer aus verschiedenen Tiefen entnommen.

Die Beprobung der Untereiswasserschicht erfolgte mit einem an Bord gebauten L-förmigen Saugrohr, mit dem vom Eis aus Wasserproben aus den obersten eineinhalb Metern der Wassersäule in Dezimeter- oder Zentimeterabständen entnommen werden konnten. Die Konstruktion und Handhabung dieses Gerätes erlaubte eine ungestörte Probennahme in der Untereiswasserschicht. An diesen Proben wurden die gleichen chemischen, biochemischen und biologischen Parameter wie an den Wasserschöpferproben gemessen. Salzgehalte wurden auf einigen Stationen mit einem Salinometer, und auf einigen Stationen auch mit einer CTD-Sonde, mit der auch Temperaturmessungen durchgeführt wurden, ermittelt. Auf einigen Stationen wurden von der Oberfläche Eis-Wasser-Mischproben direkt geschöpft. Die Unterstationsstationen werden entsprechend ihrer Lage im Untersuchungsgebiet (Abb. 2) zu Gruppen zusammengefaßt und als **Gruppen 1 bis 5** bezeichnet.

Die Untersuchungen, die in einem Zeitraum von 10 Wochen durchgeführt wurden, gliedern sich in zwei Teile: Den Abschnitt bis zum Beginn der Meereisschmelze (von Anfang Oktober bis Mitte November) und den Abschnitt nach Beginn der Schmelze (von Mitte November bis Anfang Dezember). Obwohl das kalendarische Frühjahr auf der Südhalbkugel längst begonnen hatte, herrschten im ersten Zeitabschnitt der Fahrt Bedingungen, die einer winterlichen Situation entsprachen. Der Zeitraum bis Mitte November wird deshalb als **Spätwinter** oder **Winter** bezeichnet und der Zeitraum danach als **Frühjahr**. Die folgenden Tabellen (1a und 1b) geben eine Übersicht über die Stationen - aufgeführt nach dem Fahrtverlauf - und über die jeweils gemessenen Parameter.

Zur Beschreibung der physikalischen und chemischen Bedingungen im Untersuchungsgebiet werden nicht nur die in der Tabelle 1 aufgeführten Stationen, auf denen Proben zur Phytoplanktonökologie gewonnen worden waren, herangezogen, sondern auch alle weiteren Stationen dieses Expeditionsabschnittes.

Im Band 39 der *Berichte zur Polarforschung* ist der Fahrtbericht zum Winter-Weddell-See-Projekt von Schnack-Schiel (1987) herausgegeben worden, in dem Untersuchungsprogramme und erste Ergebnisse aller beteiligten Wissenschaftler kurz dargestellt sind.

Tabelle 1: Tabelle der Stationen und Schnitte und der gemessenen Parameter

Tabelle 1 a: Übersicht über die Wassersäulenstationen

Wassersäule

<u>Stationen, Schnitte</u>	<u>gemessene Parameter</u>
<b>vor der Schmelze = Winter/Spätwinter</b>	
ÖSTLICHER WEDDELLWIRBEL	
<u>Nord-Süd-Schnitt:</u> 3. - 12. 10.	
Stationen: 487, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 498,	Temperatur, Nährsalzgehalt, Chlorophyll a, POC, PON,
nur auf Stationen: 490, 498, 503, 504	Salzgehalt
SÜDÖSTLICHE KÜSTENPOLYNYA	
<u>Drescherschnitt I:</u> 15. - 16. 10.	
Stationen: 508, 509, 510, 511	Temperatur, Salzgehalt, Chlorophyll a, POC, PON, Artenzusammensetzung
<u>Drescherschnitt II:</u> 17. - 18. 10.	
Stationen: 511, 512, 513, 514 515, 516, 517, 518, 521	Temperatur, Salzgehalt, Nährsalzgehalt;
nur auf Stationen 512, 513	Chlorophyll a;
nur auf Stationen 512, 513, 514	POC, PON, Artenzusammensetzung
SÜDLICHE KÜSTENPOLYNYA	
<u>Südliche Schelfstationen:</u> 27. - 30. 10.	
Stationen: 543, 544, 545, 548	Temperatur, Salzgehalt, Nährsalzgehalt, Chlorophyll a, POC, PON, Artenzusammensetzung;
nur auf Stationen 543, 544, 548	Planktonanreicherungen
<u>Halley-Divergenzschnitt</u>	
Stationen: 553, 554, 555, 556	Temperatur, Salzgehalt, Nährsalzgehalt
SÜDÖSTLICHE KÜSTENPOLYNYA	
<u>Drescherschnitt III:</u> 3. - 4. 11.	
Stationen: 561, 562, 563, 564, 565	Temperatur, Salzgehalt, Nährsalzgehalt, Chlorophyll a;
nur auf Stationen 561, 563, 564, 565	POC, PON;
nur auf Stationen 561, 563	Artenzusammensetzung, Planktonanreicherungen
<u>Südschnitt 1:</u> 4. - 5. 11.	
Stationen: 566, 567, 570	Temperatur, Salzgehalt Nährsalzgehalt, Chlorophyll a;
nur auf Station 570	POC, PON, Artenzusammensetzung, Planktonanreicherungen
<u>Drescherschnitt IV:</u> 7. - 8. 11.	
Stationen: 576, 577, 578, 579, 580	Temperatur, Salzgehalt, Nährsalzgehalt

Tabelle 1.a: Fortsetzung

Stationen, Schnitte	gemessene Parameter
<b>SÜDLICHE KÜSTENPOLYNYA</b>	
<u>Südliche Schelfstation:</u> 10. 11	
Station: 584	Temperatur, Salzgehalt, Nährsalzgehalt, Chlorophyll <i>a</i> , POC, PON, Artenzusammensetzung, Planktonanreicherungen
<b>Meereisschmelze = Frühjahr</b>	
<b>SÜDÖSTLICHE KÜSTENPOLYNYA</b>	
<u>Südschnitt 2:</u> 16. 11.	
Stationen: 595, 596, 597, <del>598, 599</del>	Temperatur, Salzgehalt, <del>Nährsalzgehalt;</del>
nur auf Stationen 595, 597, 599	Chlorophyll <i>a</i> , POC, PON;
nur auf Station 595	Artenzusammensetzung
<u>Drescherschnitt V:</u> 17. 11.	
Stationen: 600, 601, 602, <del>603, 604</del>	Temperatur, Salzgehalt, <del>Chlorophyll <i>a</i>, Artenzusammensetzung;</del>
nur auf Stationen 600, 602, 604	POC, PON;
nur auf Stationen 600, 602, 603, 604	Planktonanreicherungen
<u>Drescherschnitt VI:</u> 17. - 18. 11.	
Stationen: 604, 605, 606, 607, 608	Temperatur, Salzgehalt, Nährsalzgehalt
<u>Drescherschnitt VII:</u> 24. - 25. 11.	
Stationen: 621, 622, 624, <del>625, 626</del>	Temperatur, Salzgehalt, Nährsalzgehalt, <del>Chlorophyll <i>a</i>, Artenzusammensetzung;</del>
nur auf Stationen 621, 624, 626	POC, PON;
nur auf Station 625	Planktonanreicherungen
<b>ÖSTLICHER WEDDELLWIRBEL</b>	
<u>Süd-Nord-Schnitt:</u> 28. 11. - 6. 12.	
Stationen: 633, 636, 637, 638, 643, 645, 646, 647, <del>648, 649, 650</del>	Temperatur, Salzgehalt, Nährsalzgehalt;
nur auf Stationen 633, 636, 637, 638, 647, 648, 649, 650	Chlorophyll <i>a</i> , Artenzusammensetzung
nur auf Stationen 633, 636, 637, 647, 648, 649, 650	POC, PON

Tabelle 1 b: Übersicht über die Untereisstationen

**Untereiswasserschicht**

<b>Stationen, Schnitte</b>	<b>gemessene Parameter</b>
<b>vor der Schmelze = Winter/Spätwinter</b>	
<b>SÜDLICHE KÜSTENPOLYNYA</b>	
<u>Gruppe 1: 10. - 13. 11.</u>	
Stationen: 584, 585, 587, 591/1, 591/2, 591/3	Nährsalzgehalt, Chlorophyll <b>a</b> , POC, PON, Artenzusammensetzung;
nur auf Stationen 584, 587, 591/1, 591/3	Salzgehalt;
nur auf Station 587	Temperatur;
auf Stationen 585, 591	Eis-Wasser-Gemisch Proben
<u>Gruppe 2: 14. - 15. 11.</u>	
Stationen: 592, 594/1, 594/2	Salzgehalt, Nährsalzgehalt, Chlorophyll <b>a</b> , POC, PON, Artenzusammensetzung;
auf Station 592	Eis-Wasser-Gemisch Proben
<b>SÜDÖSTLICHE KÜSTENPOLYNYA</b>	
<u>Gruppe 3: 8.11.</u>	
Station: 581	Salzgehalt, Nährsalzgehalt, Chlorophyll <b>a</b> , POC, PON, Artenzusammensetzung
<b>Meereisschmelze = Frühjahr</b>	
<u>Gruppe 3: 20. - 21. 11.</u>	
Stationen: 611, 612/1, 612/2, 616	Chlorophyll <b>a</b> , POC, PON, Artenzusammensetzung;
nur auf Stationen 612, 616	Salzgehalt;
nur auf Station 612/1	Nährsalzgehalt;
auf Stationen 612, 616	Eis-Wasser-Gemisch Proben
<u>Gruppe 4: 22. - 24. 11.</u>	
Stationen: 619, 620/1, 620/2	Salzgehalt, Temperatur, Nährsalzgehalt, Chlorophyll <b>a</b> , POC, PON, Artenzusammensetzung
<b>ÖSTLICHE KÜSTENPOLYNYA, SÜDÖSTLICHER WEDDELWIRBEL</b>	
<u>Gruppe 5: 28. - 30. 11.</u>	
Stationen: 633, 636/1, 636/2, 637/1, 637/2	Salzgehalt, Temperatur, Chlorophyll <b>a</b> , POC, PON, Artenzusammensetzung;
nur auf Stationen 636/2, 637	Nährsalzgehalt;
auf Stationen 633, 636, 637	Eis-Wasser-Gemisch Proben



### 2.2.1 Probennahme und Aufarbeitung für die phytoplanktologischen Untersuchungen

Zur Ermittlung der Chlorophyll *a* Gehalte und der Gehalte an partikulärem organischen Kohlenstoff (POC) und Stickstoff (PON) wurden je nach Planktongehalt 0,5 bis 4 l Probenwasser durch Whatman GF/C-Filter (ca. 1 µm Porenweite) filtriert.

Die Chlorophyllanalyse erfolgte bei hohen Konzentrationen spektralphotometrisch mit der trichromatischen Methode (UNESCO 1966) unter Anwendung der Gleichung von Jeffrey und Humphrey (1975). Bei niedrigen Chlorophyll *a*-Konzentrationen erfolgte die Bestimmung fluorometrisch an einem Turner-Fluorometer nach Evans und O'Reilly (1983). Ungefähr die Hälfte der Filter wurde bereits an Bord gemessen, die anderen wurden tiefgekühlt bei - 20° C aufbewahrt und wenige Wochen nach der Expedition gemessen.

Für die POC - und PON Analyse waren die Filter vorgeglüht worden (24 h, 550° C). Sie wurden nach der Filtration tiefgefroren (- 20° C), und die Messungen wurden nach der Expedition an einen Carlo-Erba CHN- Analyser, Modell 1500 durchgeführt.

Von dem mit Hilfe der Kranzwasserschöpfer und des Untereisprobennehmers gewonnenen Wasser wurde ein Teil in Braunglasflaschen (250 ml) überführt. Zur Konservierung des Planktons wurde von jeder Tiefe eine Flasche versetzt mit Hexamethylentetramin-gepuffertem Formalin (Endkonzentration 0,6%). Eine Parallelprobe wurde mit einem Gemisch bestehend aus Formalin und Essigsäure im Verhältnis eins zu eins auf eine Endkonzentration von 0,6 % konserviert. Einige Proben wurden außerdem zur Konservierung mit Lugol'scher Lösung versetzt. Nach der Methode von Utermöhl (1931 und 1958) wurden die Zellen in Sedimentationskammern konzentriert und unter einem umgekehrten Mikroskop (Zeiss, IM 35) ausgezählt. Da die Phytoplanktondichten sehr gering waren, wurden fast ausschließlich 100 ml Sedimentationskammern benutzt. Zur Bestimmung der Abundanzen der Planktonorganismen wurden Phasenkontrastobjektive benutzt; die taxonomische Bestimmung erfolgte zusätzlich mit Hilfe des Differenzinterferenzkontrastverfahrens (nach Normarski) und in einigen Fällen mit UV-Licht zur Anregung der Autofluoreszenz des Chlorophylls. Die Auszählung der Zellen erfolgte bei 75 bis 480 facher Vergrößerung, gestaffelt nach Zellgröße. Zellen > 50 µm wurden auf dem ganzen Kammerboden kleinere Zellen je nach Zelldichte in 2 bis mehreren Diametralstreifen ausgezählt. Zur Bestimmung der Zellzahlen wurden die mit gepuffertem Formalin fixierten Proben benutzt. Es wurden etwa achthundert Proben ausgezählt. Die sauer fixierten und die mit Lugol'scher Lösung fixierten Proben dienten ergänzend der Artenanalyse der Diatomeen und Flagellaten.

Aufgrund der niedrigen Zelldichten waren die Zellzahlen vieler Formen in den Proben aus der Wassersäule sehr gering. Die Zählergebnisse der Proben aus der Oberflächenschicht wurden deshalb zur Berechnung der durchschnittlichen Zelldichten zusammengefaßt. Zur Beurteilung der gleichmäßigen Verteilung der Plankter in der Oberflächenschicht wurden die Chlorophyllgehalte in den entsprechenden Tiefen herangezogen. Die Arten, die in sehr geringen Zahlen festgestellt wurden, konnten dennoch nicht mit genügender Sicherheit quantitativ erfasst werden. Sie werden deshalb in den Tabellen zur Artenzusammensetzung als **vereinzelt festgestellt** aufgeführt und nicht weiter quantifiziert.

Für phytoplanktonökologische und produktionsbiologische Untersuchungen werden zur Berechnung des Phytoplankton- und Protozooplanktonkohlenstoffes (PPC und PZC) in der Regel die von Strathmann (1967) und Edler (1979) empfohlenen Methoden angewandt. Da in der Mehrheit der Proben wenig Zellmaterial vorhanden war und für die Frage nach der Anzahl der teilungsfähigen Zellen im Wasser die Erfassung der Zellzahlen entscheidender war, wurden nur exemplarisch auf dem Nord-Süd- und Süd-Nord-Schnitt Durchschnittswerte des PPC und PZC berechnet. Es wurden zur Berechnung des Planktonkohlenstoffgehaltes Werte für mittlere Zellgrößen des jeweiligen Taxons unter Zuhilfenahme der PPC- und PZC-Werte von Smetacek (1975) und Nöthig (unveröff.) verwendet. Die Werte für Kohlenstoffgehalte von *Phaeocystis* Kolonien wurden aus Verity et al. (1988) übernommen.

Die Einordnung von Formen und die Artbestimmung erfolgte mit den oben beschriebenen optischen Methoden. Bei den schwierig zu bestimmenden Diatomeenarten aus der Familie Thalassiosiraceae und aus der Gattung *Nitzschia* wurde die Artbestimmung vorwiegend an leeren, halbleeren oder einzelnen Zellen in Schalenansicht durchgeführt. In einigen Fällen

wurde die Bestimmung der Diatomeen mit Hilfe von Dauerpräparaten überprüft. Durch die Ausmessung aller Zellen während des Auszählens der Proben konnte mit Hilfe von definierten Größenklassen mit einiger Sicherheit bei den in Ketten vorliegenden oder nicht identifizierbaren Zellen indirekt auf die Arten geschlossen werden. Wenn Diatomeen in den Proben auftraten, deren Größenspektren sich zum Teil überschneiden, konnten im Überschneidungsbereich keine eindeutigen Zuordnungen getroffen werden. Formen wie Nano- und  $\mu$ -Flagellaten, athekate Dinoflagellaten, alorikate Ciliaten konnten meist nur bis zur Familie oder Gattung bestimmt werden. Sie wurden in Größenklassen eingeteilt. Athekate Dinoflagellaten wurden unter anderem nach dem Vorhandensein oder Fehlen von Chloroplasten in autotrophe bzw. heterotrophe unterschieden. Diese Unterscheidung konnte mit den Phasenkontrastobjektiven vorgenommen werden, war aber nicht immer sicher. Bei den formoffixierten Proben bot sich jedoch keine andere Möglichkeit. Eine eindeutige Zuordnung ist entweder nur bei lebenden oder speziell fixierten Zellen möglich. Aus diesem Grund wurden die Ciliaten in den Proben nicht näher auf den eventuellen Besitz von Chloroplasten untersucht (mit Ausnahme von *Myrionecta rubra*, die obligat autotroph ist). In der Gruppe der  $\mu$ -Flagellaten konnten nur die Flagellaten von *Phaeocystis* sp. gut identifiziert werden. Die Flagellaten, die aufgrund einer ungünstigen Lage auf dem Boden der Zählkammer nicht eindeutig *Phaeocystis* zugeordnet werden konnten, wurden in die Sammelgruppe der 2- 3  $\mu$ m großen Flagellaten eingeordnet. Die Anzahl der *Phaeocystis*-Flagellaten ist deshalb unterschätzt.

Die Artbestimmung erfolgte mit Hilfe von moderner Literatur und alten Expeditionsberichten. Diatomeen wurden nach van Heurck (1909), Mangin (1915), Heiden und Kolbe (1928), Husted (1958), Manguin (1960), Kozlova (1964), Hasle (1964, 1965a und 1965b), Johansen und Fryxell (1985), Priddle und Fryxell (1985) bestimmt. Dinoflagellaten wurden bestimmt nach Balech und El- Sayed (1965), Hada (1970), Balech (1976). Alorikate Ciliaten wurden bestimmt nach Hada (1970), Maeda und Carey (1985), Maeda (1986). Tintinnen wurden bestimmt nach Balech und El- Sayed (1965), Souto (1981). Flagellaten und Cysten wurden bestimmt nach Silver et al. (1980), Marchant und Eldowney (1986), Thomsen 1986.

Während der Auszählung der Proben fiel auf, daß das Erscheinungsbild der Zellen derselben Arten unterschiedlich war und vermutlich den physiologischen Zustand bei der Probennahme widerspiegelte. Das jeweilige Erscheinungsbild - Zustand des Plasmahalt und der Schalen, sowie leere Schalen, Sporen etc. - wurde daher bei den Zählungen miteinfaßt. Ebenso wurden unterschiedliche morphologische Ausprägungen und unterschiedliche Größen der jeweiligen Diatomeenarten erfaßt. In Abbildung 3 sind die Organismengruppen mit Größeneinteilungen aufgelistet, die ausgezählt wurden. Außerdem sind die Kriterien aufgeführt, anhand derer die Einordnungen und Bewertungen der Zellen und Proben erfolgten.

Die Beurteilung des Zustandes der Zellen erfolgte mit Hilfe von Proben aus an Bord inkubiertem Wasser, in dem unter definierten Lichtbedingungen Mischkulturen herangewachsen waren, und mit Hilfe von Proben von vorhergehenden Expeditionen. Der Vergleich der Proben untereinander und mit den anderen Proben zeigte, daß die Konservierbarkeit der Diatomeen abhängig war vom physiologischen Zustand der Zellen. Schalen, die kurz nach der Fixierung intakt aussahen, verschlechterten ihr Aussehen auch über lange Zeit nicht wesentlich. Andere Diatomeenschalen wirkten von vorneherein "ledrig" (Schalenoberfläche gebogen oder gewellt). Die Einschätzung des physiologischen Zustands der Zellen vor der Fixierung war bei kleinen schmalen Arten wie den *Nitzschia*-Arten aus der Gruppe *Nitzschiella* und *Pseudonitzschia* oder bei ganz kleinen Zellen schwierig, denn der Plasmahalt konnte kaum erkannt und daher schlecht beurteilt werden. Dies führte bei diesen Arten eventuell zu einer Überschätzung des Anteiles der intakten Zellen. Andere Formen konnten nicht nach vollen, halbleeren oder leeren Zellen unterschieden werden, da der Plasmahalt sich bedingt durch die Manipulationen und Fixierung immer zusammenzog; dies war der Fall bei *Dactyliosolen antarctica* und wahrscheinlich auch bei *Leptocylindrus mediterraneus*. Die Skelette von *Distephanus speculum* bzw. die Loricæ der Tintinnen waren meist leer. Bei diesen wurde beobachtet, daß sie als Folge von Manipulationen oft ihre Skelette bzw. Loricæ verlassen. Deshalb war ein großer Teil der gefundenen leeren Zellen höchstwahrscheinlich erst nach dem Umfüllen der Proben verlassen worden. Die Anzahlen der festgestellten vollen Zellen dieser Formen sind deshalb vermutlich zu niedrig und die der leeren zu hoch.

## Diatomeen

### zentrische

*Chaetoceros bulbosum*, solitär  
*Chaetoceros bulbosum* f. *cruciata*  
*Chaetoceros bulbosum* var. *Schimperiana*, Ketten, 6 - 12 Zellen  
*Chaetoceros atlanticum*  
*Chaetoceros atlanticum*- *dichaeta*  
*Chaetoceros dichæta*, große Form, ca. 20 µm  
*Chaetoceros dichæta*, kleine Form, ca. 10 µm  
*Chaetoceros peruvianum*  
*Chaetoceros pendulum*  
*Chaetoceros criophilum*  
*Chaetoceros convolutum*  
*Chaetoceros deflandrei*  
*Chaetoceros forcipatus*  
*Chaetoceros castracanei*  
*Chaetoceros adelianus*  
*Chaetoceros skeleton*  
*Chaetoceros curvisetum*  
*Chaetoceros neglectum*  
*Chaetoceros neogracile*  
*Chaetoceros gausii*  
*Chaetoceros* Typ a  
*Chaetoceros* Typ b  
*Chaetoceros* Typ c  
*Rhizosolenia alata* f. *gracillima*, B. ca. 10 µm  
*Rhizosolenia alata* f. *inermis*, B. ca. 25 µm  
*Rhizosolenia alata* f. *truncata*, breite Form, B. ca. 20 µm  
*Rhizosolenia alata* f. *truncata*, schmale Form, B. ca. 8 µm  
*Rhizosolenia chunii*, B. ca. 20 µm  
*Rhizosolenia chunii*, "phase juvenile", B. ca. 45 µm  
*Rhizosolenia chunii*, schmale Form, B. ca. 10 µm  
*Rhizosolenia antennata* f. *semispina*  
*Rhizosolenia simplex*  
*Rhizosolenia antarctica*, B. ca. 20 µm  
*Rhizosolenia antarctica*, schmale Form, B. ca. 8 µm  
*Dactyliosolen antarcticus*, breite Form, B. ca. 60 µm  
*Dactyliosolen antarcticus*, schmale Form, B. ca. 30 µm  
*Dactyliosolen tenuijunctus*  
*Leptocylindrus mediterraneus*  
*Leptocylindrus mediterraneus*, mit 1 - 4 Krz. von *Solenicola setigera*  
*Leptocylindrus mediterraneus*, mit vielen Krz. von *Solenicola setigera*  
*Melosira sphaerica*  
*Eucampia balaustum*  
*Eucampia balaustum*, veg. Ketten mit Dauersporen  
*Eucampia balaustum*, zarte Form  
*Odontella weissflogii*  
*Odontella weissflogii*, Dauerspore  
*Odontella weissflogii*, zarte Form  
*Corethron criophilum*, B. ca. 20 µm  
*Corethron criophilum*, breite Form, B. ca. 40 µm  
*Corethron criophilum*, zarte Form, B. ca. 7 µm  
*Asteromphalus hyalinus*  
*Asteromphalus hookeri*  
*Actinocyclus actinochilus*  
*Coscinodiscus curvatus*  
*Coscinodiscus asteromphalus*  
*Coscinodiscus oculus-iridis*  
*Coscinodiscus oculoides*  
*Stellarima microtrias*  
*Stellarima microtrias*, Dauerspore  
*Porosira glacialis*  
*Porosira pseudodenticulata*  
*Thalassiosira antarctica*, ø 17 - 35 µm  
*Thalassiosira antarctica*, Dauerspore  
*Thalassiosira ritscheri*, ø 40 - 50 µm  
*Thalassiosira decipiens*  
*Thalassiosira frenguelli*; - *frenguelliopsis*, ø 15 - 30 µm  
*Thalassiosira gracilis*, - *perpusilla*, ø ca. 10 µm  
*Thalassiosira gracilis* var. *expecta*

*Thalassiosira gravida*  
*Thalassiosira kozlovii*  
*Thalassiosira lentiginosa*  
*Thalassiosira maculata*  
*Thalassiosira oliverana*  
*Thalassiosira scotia*  
*Thalassiosira trifluta*  
*Thalassiosira tumida*  
*Thalassiosira* spp.  
Thalassiosiraceae Dauerspore  
Thalassiosiraceae Auxospore  
genate  
*Thalassiothrix antarctica*  
*Tropidoneis Vanheurckii*  
*Tropidoneis glacialis*, - *antarctica*, B. ca. 25 µm  
*Tropidoneis antarctica*, breite Form, B. ca. 70 µm  
*Tropidoneis belgicae*  
*Tropidoneis* sp., 170 x 22 µm  
*Amphiprora* Typ a, ca. 35 x 15 µm  
*Amphiprora kufferathii*  
*Amphiprora kjellmanii*  
*Amphiprora oestrupii*  
*Thalassionema bacillarum*  
*Gyrosigma* spp.  
*Pleurosigma* spp.  
*Navicula glaci*  
*Navicula criophila*  
*Navicula* spp.  
*Haslea trompii*  
*Pinnularia* spp.  
*Nitzschia cylindrus*, kleine Form, 2-3 µm x 3 - 10 µm  
*Nitzschia cylindrus*, lange Form, 4- 5 µm x 20 - 40 µm  
*Nitzschia kerguelensis*, kleine Form, L. 10 - 25 µm  
*Nitzschia kerguelensis*, mittlere Form, L. 25 - 50 µm  
*Nitzschia kerguelensis*, große Form, L. > 50 µm  
*Nitzschia curta*, kleine Form, L. 10 - 25 µm  
*Nitzschia curta*, mittlere Form, L. 25 - 45 µm  
*Nitzschia ritscheri*, mittlere Form, L. 25 - 50 µm  
*Nitzschia ritscheri*, große Form, L. > 50 µm  
*Nitzschia sublinearis*, mittlere Form, L. 25 - 50 µm  
*Nitzschia sublinearis*, große Form, L. > 50 µm  
*Nitzschia obliquecostata*  
*Nitzschia angulata*  
*Nitzschia* spp. Sektion *Fragillariopsis*  
*Nitzschia heimii*  
*Nitzschia turgiduloides*  
*Nitzschia lineola*  
*Nitzschia prolongatoides*  
*Nitzschia* spp. Sektion *Pseudonitzschia*  
*Nitzschia lecointei*  
*Nitzschia subcurvata*  
*Nitzschia closterium*  
*Nitzschia* spp. Sektion *Nitzschiella*  
*Nitzschia neglecta*  
*Nitzschia stellata*  
*Nitzschia taeniiformis*  
  
Dinoflagellaten  
*Gyrodinium lachryma*, kleine Form, L. 30 - 50 µm  
*Gyrodinium lachryma*, große Form, L. 80 - 120 µm  
*Gyrodinium glacialis*, kleine Form, L. 25 - 45 µm  
*Gyrodinium rhabdomante*, große Form, L. 60 - 110 µm  
*Gyrodinium* sp., kleine Form, L. ca. 20 µm  
*Gyrodinium* sp., große Form, L. 40 - 50 µm  
*Gymnodinium* cf. *modestum*, kleine Form, L. 20 - 30 µm  
*Gymnodinium* cf. *modestum*, große Form, L. 30 - 60 µm  
*Gymnodinium* cf. *flavum*, ø ca 50 µm  
*Gymnodinium* sp., kleine Form, L. 5 - 10 µm  
*Gymnodinium* sp., große Form, ø 10- 20 µm  
*Amphidinium* cf. *hadai*, kleine Form, L. 30 - 40 µm

Abb. 3: Artenliste und Größenklassen, wonach die Wasserproben unter dem Umkehrmikroskop ausgezählt und die Ergebnisse ausgewertet wurden

*Amphidinium* cf. *hadai*, große Form, L. 60 - 90 µm  
*Amphidinium* sp., L. 35 - 50 µm  
*Amphidinium* spp.  
*Polykrikos* Typ a.  
*Polykrikos* Typ b  
*Oxytoxum* cf. *cnophilum*, L. 30 µm  
*Protopendinium adeliense*  
*Protopendinium antarcticum*  
*Protopendinium applanatum*  
*Protopendinium defectum*  
*Protopendinium latistriatum*  
*Protopendinium obovatum*  
*Protopendinium* spp.  
*Dinophysis meteori*  
*Dinophysis* spp.  
*Podolampas antarctica*  
 cf. *Micracanthodinium*  
*Exuviella antarctica*  
 Dinoflagellat Typ n  
 Dinoflagellat Typ b ca. 70 x 40 µm  
 Dinoflagellat Typ c, atekat, heterotroph  
 Dinoflagellat, thekat, kleine Form, L. 15 - 25 µm  
 Dinoflagellat, thekat, große Form, ø 40 µm

#### Ciliaten

*Myrionecta rubra*, kleine Form, ø ca. 15 µm  
*Myrionecta rubra*, große Form, ø 25 - 40 µm  
*Strombidium* cf. *prorogatum*, kleine Form, L. ca. 40 µm  
*Strombidium* cf. *prorogatum*, große Form, L. 70 - 90 µm  
*Strombidium* cf. *antarcticum*, kleine Form, L. 30 - 50 µm  
*Strombidium* cf. *antarcticum*, große Form, L. 60 - 80 µm  
*Strombidium* cf. *diversum*, kleine Form, 40 x 25 µm  
*Strombidium* cf. *diversum*, große Form, 60 x 35 µm  
*Strombidium* cf. *hadai*, L. 50 - 70 µm  
*Strombidium* cf. *conicum*, kleine Form, L. 30 - 50 µm  
*Strombidium* cf. *conicum*, große Form, L. 60 - 90 µm  
*Strombidium*, Typ e, cf. *hadai* (*conicum*), L. 50 - 70 µm  
*Strombidium*, Typ c, cf. *conicum*, klein, L. 30 - 50 µm  
*Strombidium*, Typ c, cf. *conicum*, groß, L. 60 - 90 µm  
*Strombidium* cf. *striatum*, L. 60 - 90 µm  
*Strombidium* cf. *strobilus*, kleine Form, 150 x 60 µm  
*Strombidium* cf. *strobilus*, große Form, 220 x 90 µm  
*Strombidium* sp. 10 - 15 µm  
*Strombidium* sp. 20 - 30 µm  
*Strombidium* sp. 40 - 50 µm  
*Strombidium* sp. 60 - 70 µm  
*Tontonia* sp., ø 40 µm  
*Tontonia* sp., ø 60 µm  
*Tontonia* sp., ø 80 µm  
*Tontonia* sp., 100 x 60 µm  
*Lohmanniella* sp., ø 30 µm  
*Lohmanniella* sp., ø 40 µm  
*Lohmanniella* sp., ø 60 µm  
*Lohmanniella* sp., ø 90 µm  
*Strobilidium* cf. *typicum*, kleine Form, L. 40 - 70 µm  
*Strobilidium* cf. *typicum*, große Form, L. 90 - 120 µm  
*Strobilidium* cf. *pelagicum*, L. 50 µm  
*Strobilidium* cf. *marinum*, L. 70 µm  
*Strobilidium* sp., L. 60 - 80 µm  
*Strobilidium* sp., L. 100 - 140 µm  
*Lacrymaria* sp. kleine Form, 30 x 15 µm  
*Lacrymaria* sp. große Form, 60 x 35 µm  
*Didinium gargantua*, 75 x 30 µm  
*Didinium* Typ a, kleine Form, 10 x 20 µm  
*Didinium* Typ a, große Form, 20 x 30 µm  
*Tintinnopsis* Typ a  
*Tintinnopsis* sp.  
*Laakmanniella naviculifera*  
*Laakmanniella* sp.  
*Salpingella accuminata*

*Salpingella* sp.  
*Codonellopsis gaussii*  
*Cymatocylis brevicaudata*, kleine Form  
*Cymatocylis brevicaudata*, große Form  
*Amphorellopsis* spp.  
*Steentrupiella* spp.  
*Ormosella* spp.  
 Ciliat Typ a, kleine Form, ø 60 - 80 µm  
 Ciliat Typ a, große Form, ø > 100 µm  
 Ciliat holotrich  
 Ciliatencyste

#### kleine Flagellaten

*Distephanus speculum*  
*Pyramimonas* sp.  
*Cryptophyceae*, Typ a, kleine Form, L. 4 - 5 µm  
*Cryptophyceae*, Typ a, große Form, L. 6 - 9 µm  
*Cryptophyceae*, Typ b, 6 x 12 µm  
*Cryptophyceae* Typ c, ø 5 µm  
 Nanoflagellat, kleine Form, ø 4 - 5 µm  
 Nanoflagellat, große Form, ø 6 - 7 µm  
*Phaeocystis* sp., Flagellat klein, ø 2 µm  
*Phaeocystis* sp., Flagellat mittel, ø 3 - 4 µm  
*Phaeocystis* sp., Flagellat groß, ø 6 µm  
*Phaeocystis* sp., Koloniezelle, ø 6 µm  
*Phaeocystis* sp.- Kolonie  
 µ - Flagellat, 2 µm  
 µ - Flagellat, 3 µm  
 cf. *Chlamydomonas* sp., ø 10 µm  
 cf. *Pseudobodo* sp., ø 2 - 3 µm  
 Chrysophocencyste *Archaeomonadiceae*, kleine Form  
 Chrysophocencyste *Archaeomonadiceae*, große Form  
*Triparma laevis* subsp. *laevis*  
*Triparma laevis* subsp. *ramispina*  
*Triparma strigata*  
 Cyste, klein  
 Cyste, groß  
 Choanoflagellat

#### andere Protisten

*Neoglobiquadrina pachyderma*  
*Stycholonche* sp.  
 cf. *Meringospira* sp., ø 10 - 15 µm  
*Nassellarida*, Jugendform, Typ a  
*Radiolaria*  
*Challengeron bicorne*  
*Challengeron* spp.  
*Protocystis harstoni*  
 Dinoflagellatencyste Typ a  
 Dinoflagellatencyste Typ b  
 Dinoflagellatencyste Typ c  
 Conidium Spore  
 Amöbe, Typ a, ø 10 - 15 µm  
 Amöbe, Typ b, ø 20 µm

#### Kotballen

Kotballen, Copepoden 30 - 60 µm, Inhalt z.g.T. zerbrochene Zellen  
 Kotballen, Copepoden  
 Kotschnüre Stücke, Krill, B: ca 140 µm, Inhalt z.g.T. zerbr. Zellen  
 Kotschnüre Stücke, Krill, klein, B: ca 70 µm, Inhalt z.g.T. zerbr. Zellen  
 Kotschnüre Stücke, Krill, angelöst, hell  
 Kotschnüre Stücke, Krill, angelöst, weiß  
 Kotballen, rund, 100 µm, Inhalt: z.g.T. zerbr. Zellen  
 kleiner Kotb., monospezifisch, Inhalt: intakte leere Diat  
 kleiner Kotb., monospezifisch, Inhalt: int. leere Diat.+ amorphe Substanz  
 kleiner Kotb., oligospezifisch, Inhalt: int. leere Diat.  
 kleiner Kotb., oligospezifisch, Inhalt: int. leere Diat. + amorphe Substanz  
 kleiner Kotb., polyspezifisch, Inhalt: int. leere Diat.  
 Kleiner Kotb., polyspezifisch, Inhalt: int. leere Diat. + amorphe Substanz  
 Kleiner Kotb., Inhalt: volle Zellen

Abb. 3: Fortsetzung

Kleiner Kotb., ø 70 µm, Inhalt amorphe Substanz  
sonstige kleine Kotballen  
Minipellet, "olive green cells", ø 5 - 15 µm

**Sonstige Objekte**

*Leptocylindrus*-Epiphyten *Solenicola setigera* ohne Wirt  
cf. *Synscrypta glomerata*  
Zooplankton-Eier  
Nauplien  
Dinoflagellaten mit ingestierten Diatomeen  
Ciliaten mit ingestierten Diatomeen

**Auszählung der Formen nach den Kriterien:**

**Diatomeen:** mikr. Erscheinungsbild, Kondition?

Plasmazustand: Plasma die ganze Zelle ausfüllend, Plasma  
zusammengezogen, Zellen hohler, Zustand Chloroplasten?  
Schalenzustand: Schalen ledrig oder fest?  
Anzahl volle Zellen, leere Zellen, Teilungen, Dauersporen,  
Auxosporen, zarte Formen?  
Kettenlängen (*Thal.*, *Rhiz.*, *Chaet.* ...), Ketten abgebrochen?  
Größendiversität der einzelnen Arten?  
Corithon mit/ohne Borsten, in Teilung, Größe?  
Thalassiothrix-Schiffchen: Anzahl, Zellzahl pro Schiffchen?  
Grad des Flagellatenbewuchses von *Leptocylindrus*?  
Parasitenbefall der Diatomeen?

**Dinoflagellaten:** mikr. Erscheinungsbild, Kondition?

**alorikate Ciliaten:** mikr. Erscheinungsbild, Kondition?

**Tintinnen:** mikr. Erscheinungsbild, Kondition?

**Stycolonche:** mikr. Erscheinungsbild, Kondition?

**Kleine Flagellaten:** mikr. Erscheinungsbild, Kondition?

Dinoflagellaten, Ciliaten mit ingestierten Zellen?  
Fünfstrahlige Strukturen von *Phaeocystis*-Flagellaten vorhd.?  
Zustand der *Phaeocystis*-Kolonien?  
Zustand der Choanoflagellaten?  
Artendiversität bei den kleinen Kotballen?

Vertikale Gradienten der Anzahlen bestimmter Arten zu erkennen?

Sonstige Objekte wie Aggregate etc.?

Probe erscheint sauber - dreckig?

Detritus: wenig - viel ?

Schleimige Flocken, strukturierte Flocken vorhanden?

Diatomeen-Bruchstücke in der Probe, keine - viele ?

*Chaetoceros*-Stachel, *N. kerguelensis*-Stücke vorhanden?

Zerfallene Kotballen, Kotschnüre vorhanden?

**Abb. 3: Fortsetzung**

In Vergleichszählungen über längere Zeiträume wurde festgestellt, daß nur in frischen Proben die Kettenlängen der Diatomeen als Kriterium ausgewertet werden können, denn die Ketten der Thalassiosiraceae und der *Nitzschia*-Arten fielen im Laufe der Zeit in den fixierten Proben auseinander.

Zur Erfassung der ganz selten auftretenden beschalteten Formen wurden, so oft es der Zeitplan erlaubte, Wasservolumina von 4 bis 6 l über Nucleoporefilter (Porengröße 2 µm) bei 0° C Umgebungstemperatur auf 100 ml eingeeengt und später als Ergänzung zu den unkonzentrierten Proben ausgezählt (für eine Übersicht siehe Tabelle 1a). Die Schalen der Diatomeen waren im Vergleich zu den Schöpferproben nicht stärker lädiert. Jedoch konnte Plasmolyse offensichtlich nicht immer verhindert werden, denn der Anteil der leeren Schalen war in diesen Proben größer. Die Anteile der leeren Schalen wurden deshalb nur bei den nicht angereicherten Proben ausgewertet. Die schalenlosen Formen wurden in den Anreicherungsproben nicht ausgezählt, da durch Kontrollzählungen festgestellt wurde, daß diese bedingt durch die Einengungsprozedur zum Teil platzten.

In den Artenlisten werden die Diatomeen in Plankton- und Eisdiatomeen aufgeteilt. Die erste Gruppe besteht fast nur aus zentrischen, die zweite nur aus pennaten Diatomeen. Diese Einteilung wurde vorgenommen, obwohl viele Arten sowohl im Wasser als auch im Eis gefunden werden. Sie soll als Ausgangsbasis für die folgende Darstellung der Ergebnisse und für die Diskussion dienen. Ausschlaggebend für die Einteilung waren die in der Literatur vorwiegend angegebenen Habitate für die einzelnen Arten.

### 3 Ergebnisse

Im Ergebnisteil werden zunächst die untersuchten physikalischen und chemischen Bedingungen und die Biomassenverhältnisse in den Wassermassen des **östlichen Weddellmeeres** und der **Küstenpolynya** im Spätwinter und die Änderungen zum Frühjahrsbeginn dargestellt. Als eigenes Kapitel folgt die Darstellung der abiotischen Umweltbedingungen und ihrer Entwicklung sowie die der Biomassenverhältnisse in der **Untereiswasserschicht**.

In den dann folgenden Kapiteln werden die qualitative und quantitative Zusammensetzung des Phytoplanktons im Spätwinter im **östlichen Weddellwirbel** und im **Küstenpolynyagebiet** und die Entwicklung nach der Meereisschmelze dargestellt. Im Anschluß an die Kapitel zur Phytoplanktonbesiedlung im freien Wasser wird auf die qualitative und quantitative Artenzusammensetzung in der **Untereiswasserschicht** eingegangen.

#### 3.1 Die physikalischen und chemischen Bedingungen und Biomassenverhältnisse in den Wassermassen des östlichen Weddellmeeres und der Küstenpolynya im Spätwinter und frühen Frühjahr

Zunächst wird auf die physikalischen und chemischen Bedingungen und anschließend auf die Biomasse in diesen Gebieten und ihre Entwicklung nach Frühjahrsbeginn eingegangen.

##### 3.1.1 Die physikalischen und chemischen Bedingungen

Zu Beginn werden die Meereis- und die meteorologischen Bedingungen, dann die Temperatur- und Salzgehaltsverteilungen und danach die Nährsalzkonzentrationen dargestellt. Anschließend werden die Temperatur- und Salzgehaltsverteilungen und Nährsalzkonzentrationen miteinander in Beziehung gesetzt. Begonnen wird bei den jeweiligen Kapiteln entsprechend dem Fahrtverlauf mit der spätwinterlichen Situation während des Nord-Süd-Schnittes. Anschließend wird auf die Situation in der Küstenpolynya eingegangen, wobei zunächst die Bedingungen im südöstlichen Gebiet - vor dem Drescher Inlet - und dann im südlichen Schelfgebiet dargestellt werden. Es folgt die Darstellung der Entwicklung der Verhältnisse nach Schmelzbeginn in der Küstenpolynya und dann während des Süd-Nord-Schnittes durch das Packeis.

##### 3.1.1.1 Meereis- und Wetterbedingungen

Das erste Packeis wurde auf der Anreise (am 4. Oktober) bei  $58^{\circ}$  S,  $2^{\circ}$  O beobachtet. Die Häufigkeit und Größe der Schollen nahm allmählich nach Süden hin zu, und die Meereisdecke war erst bei  $59^{\circ} 30'$  S geschlossen. Auf der Breite von  $63^{\circ} 30'$  S war die Eisdecke von vielen breiten ausgedehnten Waken durchzogen. Bei  $70^{\circ}$  S in der Nähe des Schelfeises war die Meereisdecke durch starke ablandige Winde zu einer Küstenpolynya aufgerissen worden. Bis auf kurze Unterbrechungen durch die Einwirkung nordwestlicher Winde blieb die Polynya im Oktober und November entlang der südöstlichen Weddellmeerküste bis  $77^{\circ}$  S, wo die südlichste Station lag, geöffnet. Die Lufttemperaturen bewegten sich im Gebiet der Küstenpolynya im Oktober zwischen  $-10$  und  $-20^{\circ}$  C und in der ersten Novemberhälfte zwischen  $-4$  und  $-12^{\circ}$  C. Sie stiegen ab Mitte November tagsüber bei dauerndem Sonnenschein auf knapp unter  $0^{\circ}$  C und lagen nur während der kurzen Nächte etwas darunter, so daß großflächiges Schmelzen des Meereises einsetzte (Kottmeier und Hartig 1988, Eicken et al. 1988).

Im östlichen Weddellmeer waren im Packeisgebiet zwischen 68 bis 61° S die Temperaturen bereits in der ersten Novemberwoche auf Werte um 0° C angestiegen (Hoeber und Gube-Lenhardt 1987). Die Eisschmelze hatte deshalb dort etwas früher als an der südöstlichen Küste begonnen und war bei der Durchquerung während des Süd-Nord-Schnittes Ende November, Anfang Dezember schon weiter fortgeschritten. In diesem Gebiet ausgesetzte Eisbojen übermittelten Daten zur Schollenbewegung, die zeigten, daß massive Eiserosion ab dem 10. November begonnen hatte (Hoeber und Gube-Lenhardt 1987). Während der Rückreise wurden Anfang Dezember auf dem Weg nach Norden zwischen 67 bis 66° S im Gebiet der Maud Kuppe sehr geringe Eiskonzentrationen beobachtet, die weiter nördlich wieder zunahm. Ab ca. 64° S nahm der Grad der Eisbedeckung dann kontinuierlich ab. Die Schollen wurden Richtung Norden kleiner, und der Anteil an freien Wasserflächen stieg an. In der Nähe der Eisgrenze war die schmelzende Eisdecke von 60 bis 58° S immer wieder durch kilometerbreite Streifen freien Wassers unterbrochen; das letzte Eis wurde bei 58° S beobachtet (Eicken et al. 1988, eigene Beobachtungen).

Die großskalige Bewegungsrichtung des Eises entsprach im östlichen Weddellmeer der Fließrichtung des Weddellwirbels. An der südöstlichen und südlichen Weddellmeerküste folgte die großskalige Eisdrift der Fließrichtung des Küstenstromes, dort mit einer mittleren Geschwindigkeit von ca. 20 cm/s. Im kleinskaligen Bereich von wenigen Kilometern bzw. Tagen waren die Eisbewegungen bedingt durch die Windverhältnisse und Schollenwechselwirkungen sehr heterogen (Hoeber und Gube-Lenhardt 1987, Kottmeier und Hartig 1988).

Das Packeis über dem östlichen Weddellwirbel bestand vorwiegend aus granulärem Eis. Im Gebiet der Küstenpolynya herrschte säulenförmiges Eis vor. Außerdem wurden in der Küstenpolynya in den unteren Bereichen der Eisschollen miteinander verfestigte Eisplättchen gefunden, deren Anteil im südlichen Polynyagebiet am höchsten war (Eicken et al. 1988, Eicken und Lange 1989, Lange et al. 1989).

Nach Mitte November waren deutliche Erosionsanzeichen an der Feinstruktur des Eises, des Schnees und der Schollenmorphologie im Gebiet der Polynya und später auf dem Rückweg im Packeisgürtel erkennbar: Die Durchmesser der Laugenkanäle vergrößerten sich und rapide Entsalzung setzte ein, die zum Absinken der durchschnittlichen Salzgehalte im Eis von 7,3 ppt auf 3 ppt führte, (Eicken et al. 1988, Eicken und Lange 1989). An den Schollen im Packeis konnten sogenannte "Infiltrationsschichten" (Horner et al. 1988) von Seewasser zwischen Schneeauflage und festem Eis beobachtet werden; durch Wellenbewegungen wurden Schollen zuweilen überspült (Eicken et al. 1988, eigene Beobachtungen).

Vor dem Einsetzen der Schmelze waren im Packeisgürtel und im Küstenpolynyagebiet die Unterseiten der Schollen durch Algenbewuchs braun gefärbt, oft wurden auch braune Algenbänder innerhalb der Schollen beobachtet (Eicken et al. 1988, Bartsch 1989, eigene Beobachtungen). Nach Beginn der Schmelze färbten sich alle Horizonte der Schollen durch Algenwachstum. Das Packeis war während der Rückfahrt durch die Algen intensiv braun und die Schneeauflage oft gelb gefärbt.

Während des Aufenthaltes in der südlichen Polynya (südlich 74° S) Ende Oktober und Anfang November wurden im Gebiet über dem Schelf freitreibende flache Eisplättchen (1 bis 3 mm dick, und 5 bis 20 cm im Durchmesser, Eicken et al. 1988, eigene Beobachtungen) beobachtet. Diese akkumulierten in bis zu einem Meter dicken Schichten unter dünnem Neueis und älterem Eis in der Polynya. Das Wasser zwischen diesen Plättchen war durch Algen braun gefärbt. Weiter nördlich waren Eisplättchen nur unter dem Festeis in einem tiefen Schelfeiseinschnitt, dem Drescher Inlet akkumuliert, und von Algen besiedelt.

Im Packeisgebiet und in der Küstenpolynya wurde nur einjähriges Eis gefunden. In der Polynya bestand das Festeis am Eisschelf ebenfalls aus einjährigem Eis, bis auf das Küstenfesteis im Drescherinlet. Dort war vermutlich auch mehrjähriges Eis vorhanden (Eicken et al. 1988).

Anhand der von der Bordwetterwarte durchgeführten meteorologischen Observationen (Met. Obs. WWSP'86, unveröff.) und der von der Meereisarbeitsgruppe durchgeführten Messungen der photosynthetisch aktiven Strahlung kurz über der Eisoberfläche während der Probennahmen (PAR in  $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , gemessen mit Li-Cor® - 4 $\pi$  - Sensor) konnte ein ungefähres Bild über die Strahlungsbedingungen während des Untersuchungszeitraumes

gewonnen werden: Im Packeisgebiet und im südöstlichen und südlichen Polynyagebiet herrschte im Winter wie im Frühjahr zu ungefähr ein Drittel der Zeit sehr wenig Bewölkung, in der restlichen Zeit war der Himmel mit einer geschlossenen Wolkendecke bedeckt. Bei klarem Himmel schwankten die Lichtstärken um den Mittag zwischen 2500 bis 5000  $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$  und bei bewölktem Himmel zwischen 600 bis 1800  $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

### 3.1.1.2 Temperatur und Salzgehalte

Die erste und nördlichste Station (487) des **Nord-Süd-Schnittes** durch das Packeis Anfang Oktober, lag etwa 400 km vor der Packeisgrenze. Die Temperatur in der durchmischten Oberflächenschicht betrug  $-0,7^\circ \text{C}$ . Die Dauerregistrierung der Oberflächentemperatur mit dem Thermosalinographen ergab, daß von Station 487 bis ca. 150 km südlich davon die Temperatur auf ca.  $-1^\circ \text{C}$  absank und dann auf einer ungefähr 200 km langen Strecke bis ca. 50 km vor Station 489 kontinuierlich abfiel bis auf  $-1,8^\circ \text{C}$ . Diese niedrige Temperatur der Oberflächenschicht, die auf allen folgenden Stationen der Expedition gemessen wurde, kennzeichnet das Winterwasser (**WW**) und das östliche Schelfwasser (**ESW**) des Weddellmeeres (T:  $-2,0$  bis  $-1,6^\circ \text{C}$ ; Hellmer und Bersch 1985). Ebenfalls fiel das Temperaturmaximum des darunterliegenden warmen Tiefenwassers (**CDW**) bei  $58^\circ \text{S}$  von  $0,9$  auf  $0,4^\circ \text{C}$  (Abb. 4). Dies kennzeichnete den Übergang zum Tiefenwasser des Weddellwirbels (**WDW**, T:  $0,0$  bis  $0,8^\circ \text{C}$ ; Hellmer und Bersch 1985) und die nördliche Weddellwirbelgrenze (Fahrbach et al. 1987). Die nördlichste Ausdehnung des Meereises (bis  $58^\circ \text{S}$ ) fiel somit zu dieser Jahreszeit mit der Frontenzone zwischen dem kalten Weddellwirbel und dem wärmeren Zirkumpolarstrom zusammen.

Die Mächtigkeit der Deckschicht reichte im Gebiet der nördlichen Stationen 487 und 489 bis ca. 150 m. Sie nahm nach Süden hin ab und betrug im Gebiet der mittleren Stationen (494 und 498) bei ca.  $64^\circ \text{S}$  nur 80 m. Weiter nach Süden nahm die Mächtigkeit wieder zu bis auf über 250 m im Küstenpolynyagebiet (Abb. 4). Die Übergangsschicht, die Dichtesprungschicht oder Pyknokline, zwischen **WW** und **WDW** war auf den nördlichen Stationen ungefähr 70 m mächtig. Die Mächtigkeit nahm bis zur Station 498, auf der sie am dichtesten unter die Oberfläche reichte, auf 10 m ab. Weiter südlich nahm die vertikale Ausdehnung dieser Übergangsschicht wieder zu; so war sie auf der Station 503 ca. 160 m mächtig. Im Gebiet der südlichsten Station dieses Schnittes (504) reichte die durchmischte Oberflächenschicht bis zum Boden des Kontinental-schelfes in 300 m Tiefe. Die Temperatur- und Salzgehaltsprofile in der Oberflächenschicht verliefen hier - und andeutungsweise auch auf der Station 503 - nicht so gleichmäßig wie auf den nördlicheren Stationen.

Salinitätsmessungen konnten aufgrund von Störungen am Salzgehaltssensor der CTD- Sonde auf diesem Schnitt nur auf einigen Stationen durchgeführt werden. Der Verlauf der Profile entsprach den mit Hilfe der Temperaturmessungen ermittelten vertikalen Strukturen der Wassersäulen. Die Salzgehalte stiegen in der Winterwasserschicht von oben nach unten auf der **Station 490** von **34,28** bis **34,29 ‰**, auf **Station 498** von **34,35** bis **34,36 ‰**; auf den südlichen **Stationen 503** von **34,38** bis **34,42 ‰** und **504** von **34,36** bis **34,39 ‰**. Auf der Station 503 lagen die Salzgehalte bereits in 127 m bei 34,40 ‰. Die Salzgehalte waren demnach im nördlichen Gebiet niedriger als im südlichen Gebiet.

Im südöstlichen Weddellmeer im Gebiet der **Küstenpolynya**, wo die Beprobung der Wassersäule meistens auf Schnitten senkrecht zur Küste erfolgte, reichte die Oberflächenschicht (**ESW**) auf den ozeanischen Stationen (ca. 20 - 40 bzw. bis 70 km vom Schelfeis entfernt) 250 bis 500 m tief. Dort zeigten die Mächtigkeiten der Temperatur- und Salzgehaltssprungschichten (Thermoklinen und Haloklinen) deutliche Gradienten zwischen östlichem Schelfwasser (**ESW**) und Tiefenwasser (**WDW**). Über dem Kontinentalhang war die Wassersäule etwas instabiler geschichtet und die Sprungschichten lagen entweder tiefer (Drescherschnitte I, II, IV, VI, VII, Südschnitt 2, Station 501 und 503 am Ende des Nord-Süd-Schnittes), oder so tief wie auf den ozeanischen Stationen (Drescherschnitt III, Südschnitt 1, Halley Divergenzschnitt). Die Wassersäule auf den über dem Schelf liegenden Stationen war bis zum Boden durchmisch (Drescherschnitte I, II, III, IV, Südschnitt 2, Halley Divergenzschnitt, Station 504 am Ende des Nord-Süd-Schnittes). Auf den Schelfstationen der Drescherschnitte VI und VII (Station 608, 621) und der Schelfstation des Südschnittes 1 (Station 566) konnte **WDW** vermischt mit **ESW** über dem Boden deutlich erkannt werden. Auch der Verlauf der



Temperatur- und Salzgehaltsisolinien der Schnitte zeigt, daß warmes Tiefenwasser auf den Schelf gelangte (Abb. 5 und 6).

Auf den Stationen 543 und 583, die in **südlichen Polynyagebiet** am westlichen Rand des Schelfes bzw. an der östlichen Flanke des Filchner Grabens lagen, wurden die höchsten **ESW**-Salzgehalte im Küstenpolynyagebiet gemessen. Auf diesen südlichsten Stationen lag unter der Oberflächenschicht ab 450 bzw. 430 m Tiefe nicht warmes Tiefenwasser (**WDW**), sondern Eisschelfwasser (**ISW**). In diesem Gebiet über dem südlichen Schelf waren auf einigen weiter küstenwärts gelegenen Stationen, auf denen Eisplättchen beobachtet wurden, die Temperaturen in der Wassersäule relativ niedrig und die Salzgehalte so hoch wie auf den nördlicheren Drescher-Stationen.

Der Übergang vom Winter zum Frühjahr in der Küstenpolynya des südöstlichen Weddellmeeres wurde mit dem Beginn der Meereisschmelze Mitte November eingeleitet (Eicken et al. 1988). Eine leichte Erniedrigung der Salzgehalte (von ca. 0,03 ‰), hervorgerufen durch Meereisschmelzwasser mit gleichzeitiger - allerdings sehr geringer - Erhöhung der Temperaturen (um ca. 0,05° C), wurde während des Schnittes Drescher VI (17.- 18. Nov.) auf den Stationen über dem Hang in den oberen Horizonten (bis etwa 30 m) der Oberflächenschicht gemessen. Während des letzten Schnittes Drescher VII (24.- 25. Nov.) wurden in den oberen Horizonten wieder leicht erniedrigte Salzgehalte jedoch etwas deutlichere Temperaturerhöhungen (ca. 0,1 bis 0,15° C) festgestellt (Abb. 6).

Auf den Schelfstationen der Schnitte nach und auch vor der Schmelze wurden im oberen Bereich der Oberflächenschicht (bis etwa 50 m) erniedrigte Salzgehalte (um 0,02 bis 0,05 ‰) gemessen. Die Salzgehalte auf den Schelfstationen der Drescherschnitte II und III waren dort sogar niedriger als die Werte direkt unter der Oberfläche auf den Drescherschnitten nach der Schmelze VI und VII. Vor der Schmelze waren die Temperaturen in diesen Horizonten jedoch nicht erhöht (siehe auch Kapitel 3.1.1.4).

Auf dem **Süd-Nord-Schnitt**, der Anfang Dezember durch das östliche Weddellmeer führte (Abb. 2), war die Wassersäule auf der am Schelfrand gelegenen Station 633 bis zum Boden durchmischt. Auf den Stationen 636, 637 und 638 reichte die Tiefe der Oberflächenschicht bis 80 m. Auf den ersten drei Stationen des Schnittes waren die Salzgehalte in den oberen 25 bis 40 m geringfügig erniedrigt (0,01 bis 0,02 ‰) und die Temperaturen auf den Stationen 636 und 637 sehr geringfügig (um ca. 0,05° C) erhöht. Auf der Station 638 befand sich in den oberen 50 m deutlich wärmeres und salzärmeres Wasser: Der Salzgehalt lag in 15 m bei 34,0 ‰ (T: -1,63° C) und stieg nach unten kontinuierlich bis 34,36 ‰ (T: -1,79° C) an, entsprechend den Werten auf den vorherigen Stationen. Ab dieser Station bis zur letzten Station des Schnittes (Station 650) wurde immer etwas wärmeres und salzärmeres Wasser über dem Winterwasser liegend festgestellt (Abb. 7). Der Salzgehalt dieser oberen Schicht nahm nach Norden hin ab, und die Temperaturen nahmen zu (bis auf S: 33,9 ‰ und T: -1,4° C in 15 m auf Station 650). Die Temperaturen des darunterliegenden **WW** waren im Vergleich zum Nord-Süd-Schnitt Anfang Oktober insgesamt betrachtet etwas höher ( $\Delta T$  0,05 bis 0,1° C). Auf der westlich der Maud Kuppe gelegenen Station 643 war die Oberflächenschicht ca. 60 m mächtig. Die Mächtigkeit dieser Schicht nahm wie im Winter nach Norden hin auf etwa 130 m im Eisrandgebiet zu. Auf der nördlichsten gerade nicht mehr im Packeis gelegenen Station 650 konnte kein kaltes Winterwasser (**WW**) im unteren Bereich der Oberflächenschicht festgestellt werden. Die erwärmte ausgesüßte Schicht reichte bis zum Tiefenwasser. Der Übergang vom warmen Tiefenwasser des Weddellmeeres (**WDW**) zum zirkumpolaren Tiefenwasser (**CDW**) war ähnlich wie im Winter durch einen Temperaturunterschied von 0,5° C gekennzeichnet, und lag zwischen den Stationen 649 und 650, i. e. zwischen 59 und 58° S. Im Gegensatz zur Hinfahrt war im Frühjahr in der Oberflächenschicht nördlich von 58° S kein kaltes Weddell- Winterwasser festzustellen. Dies reichte im unteren Bereich der Oberflächenschicht nur bis Station 649. Im Winter war **WW** bereits bei etwa 57° 30' S angetroffen worden. Im Eisrandgebiet war wie im Winter die Übergangsschicht zwischen **WW** und **WDW** mächtiger als in der Mitte des Schnittes.

Ab der Station 645, die nördlich der Station mit der geringsten vertikalen Ausdehnung der Oberflächenschicht (643) lag, waren die Salzgehalte des kalten Winterwassers niedriger als auf den südlich davon gelegenen Schnittstationen (Abb. 7 b). Diese relativ niedrigen Salzgehalte des **WW**, sowie das Fehlen von unvermishtem **WW** auf der nördlichsten Station 650 weisen - wie auf dem Hinweg im Winter- auf einen nach Norden hin zunehmenden Eintrag von salzarmem Zirkumpolarwasser hin. Die durch Eisschmelzwasser bewirkte deutliche Aussüßung der oberen

Horizonte der Wassersäule ab Station 638 sowie die Erwärmung bereits ab Station 637 leiteten den Aufbau der sommerlichen Deckschicht ein.

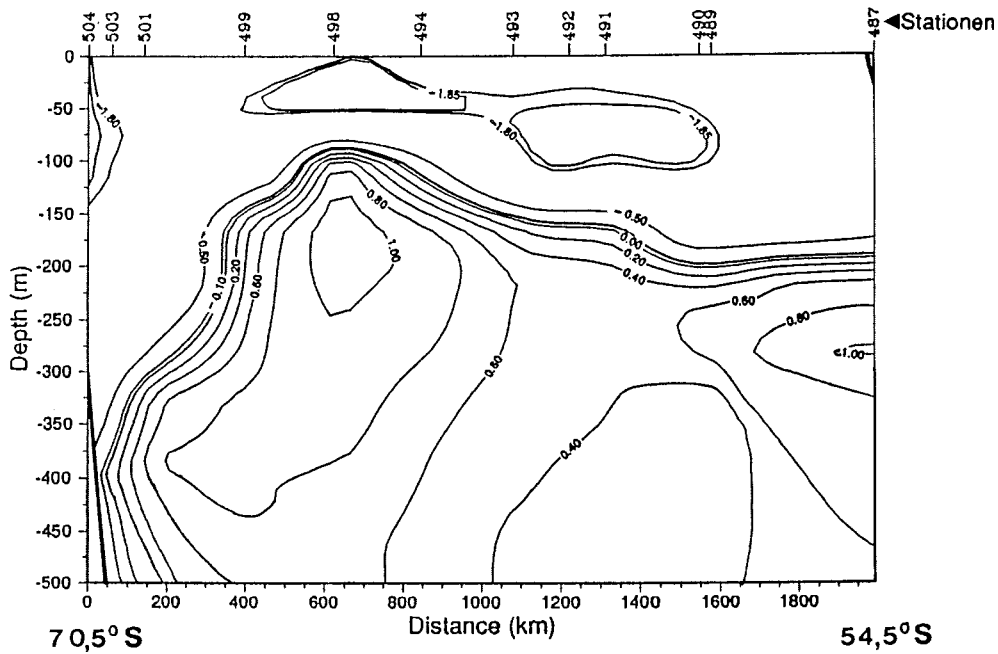


Abb. 4: Temperaturverteilung in den oberen 500 m für den Nord-Süd-Schnitt durch das östliche Weddellmeer Anfang Oktober (Die Abstände zwischen den Isolinien sind nicht gleich gewährt.)

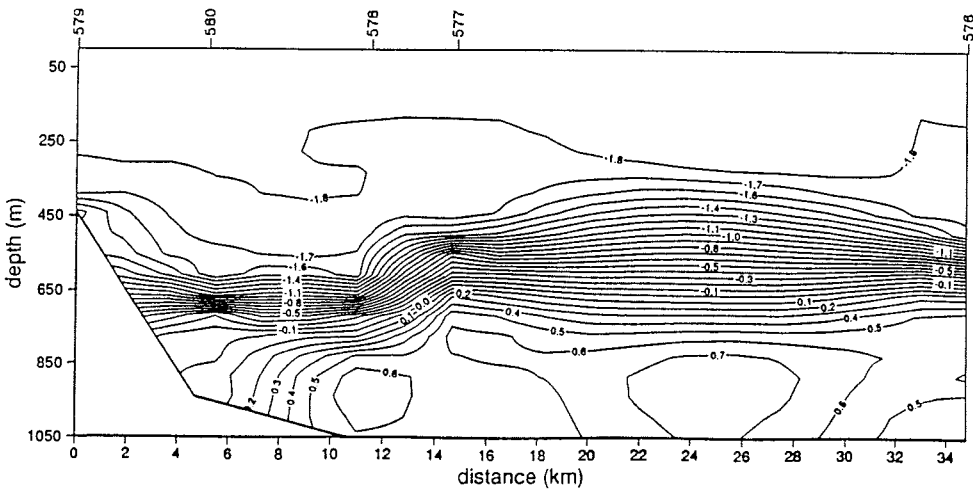
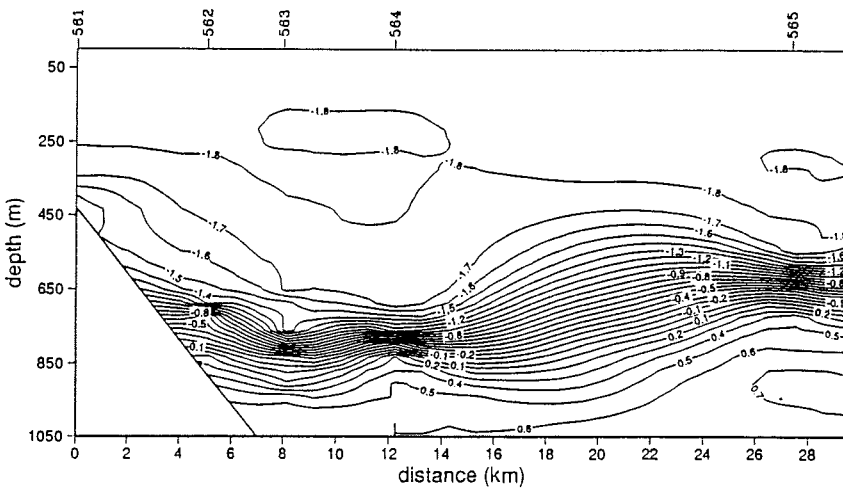
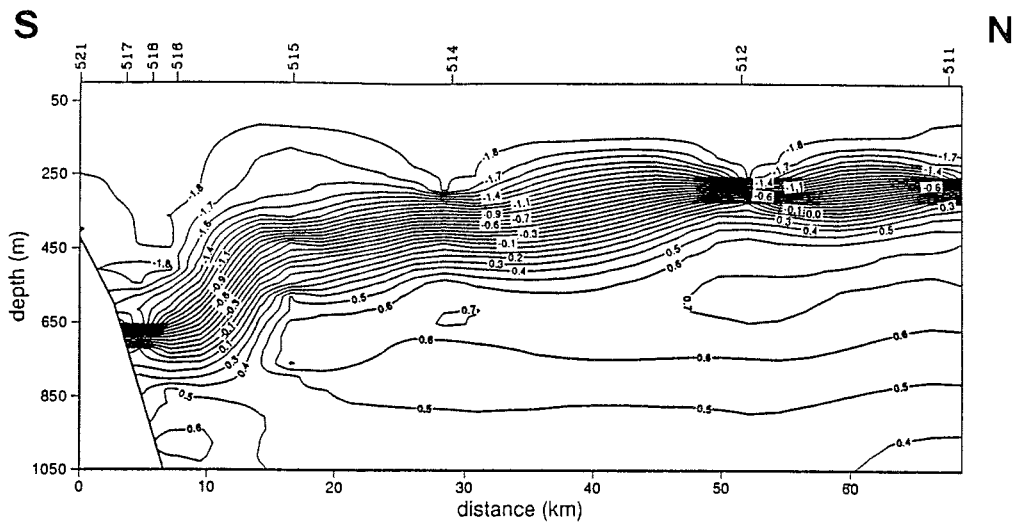


Abb. 5: Temperatur- und Salzgehaltsverteilungen für die Drescherschnitte II, III, IV in der südöstlichen Küstenpolynya vor Beginn der Meereisschmelze (linke Seite: Schelfeisküste; beachte die km-Skala bei Drescherschnitt II)

Abb. 5 a: Isothermen

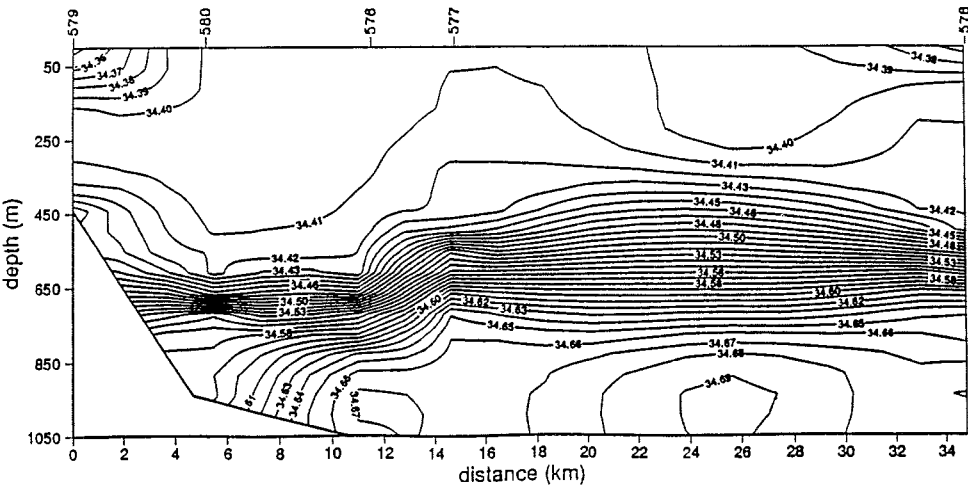
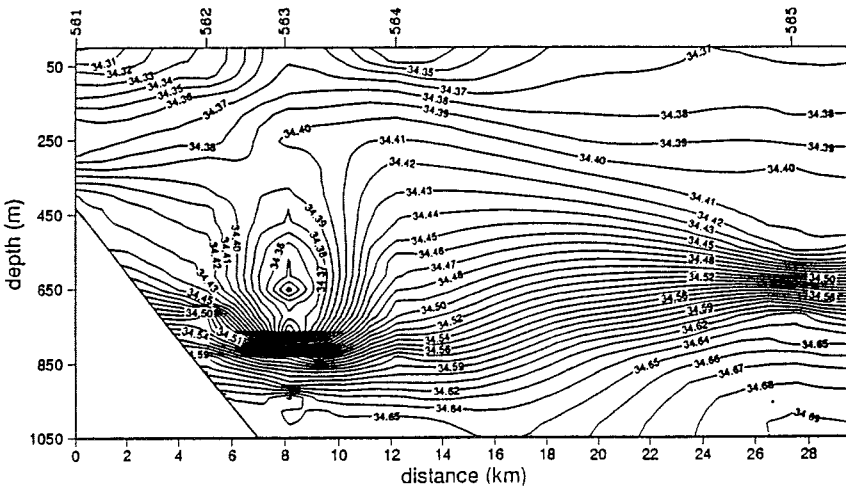
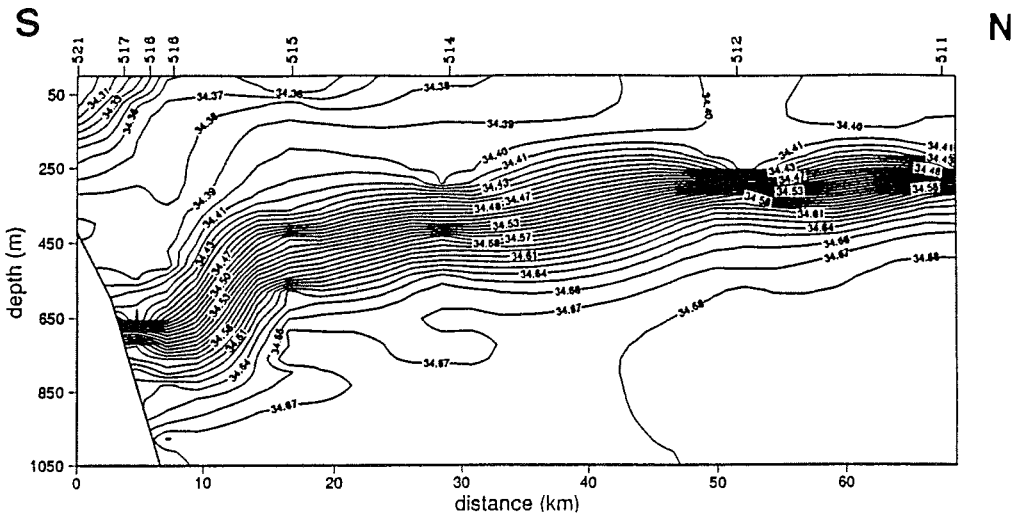


Abb. 5 b: Isohalinen

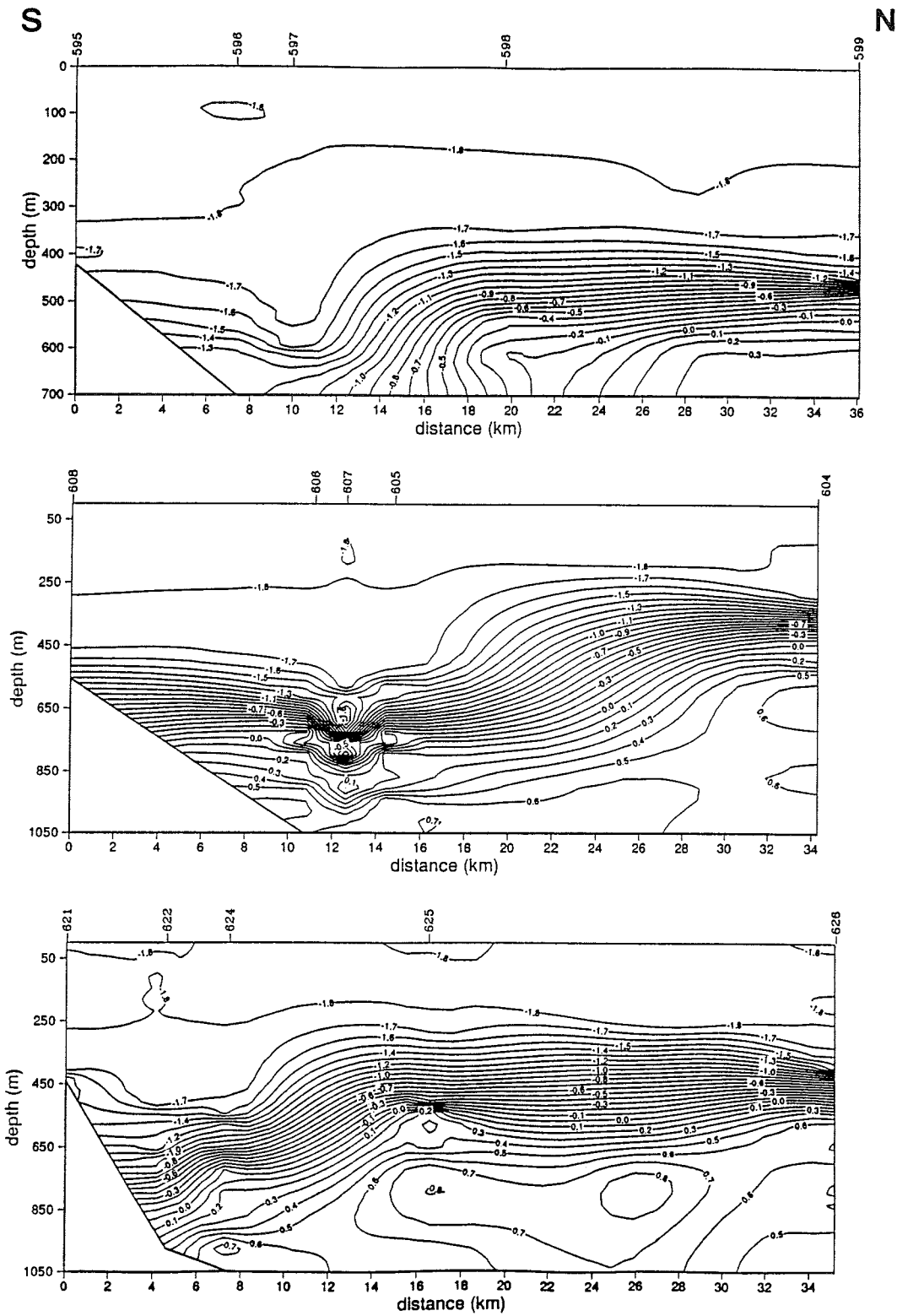


Abb. 6: Temperatur- und Salzgehaltsverteilungen für den Südschnitt 2 und die Drescherschnitte VI und VII in der südöstlichen Küstenpolynya nach Beginn der Meereisschmelze (linke Seite: Schelfeisküste; beachte die Tiefenskala bei Südschnitt 2)

Abb. 6 a: Isothermen

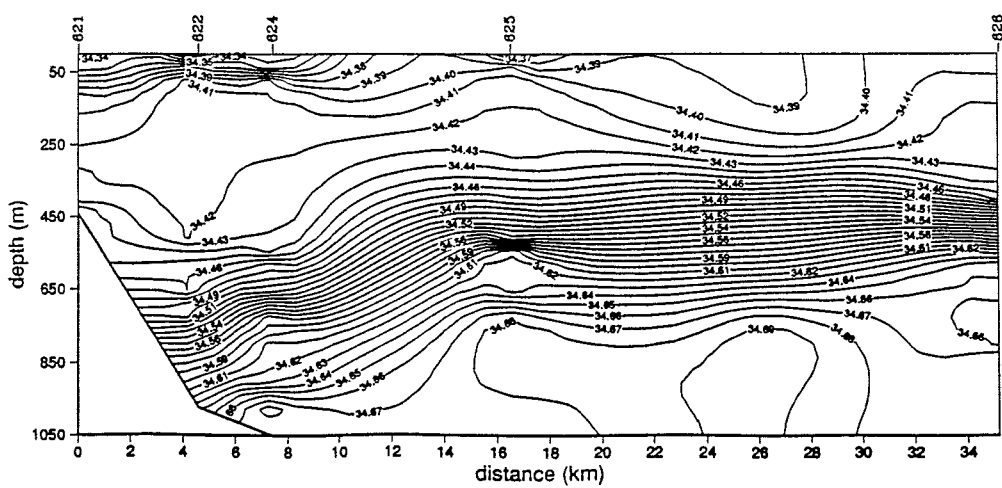
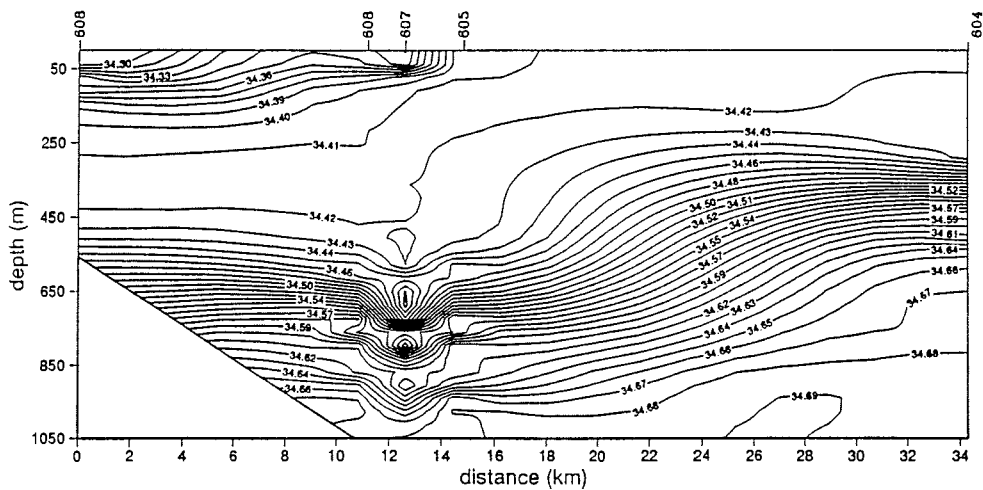
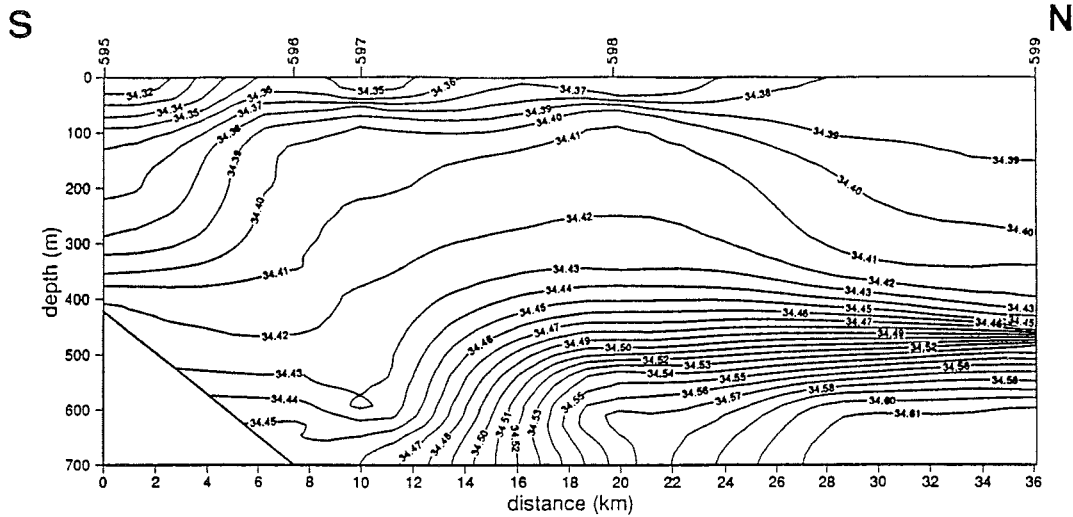


Abb. 6 b: Isohalinen

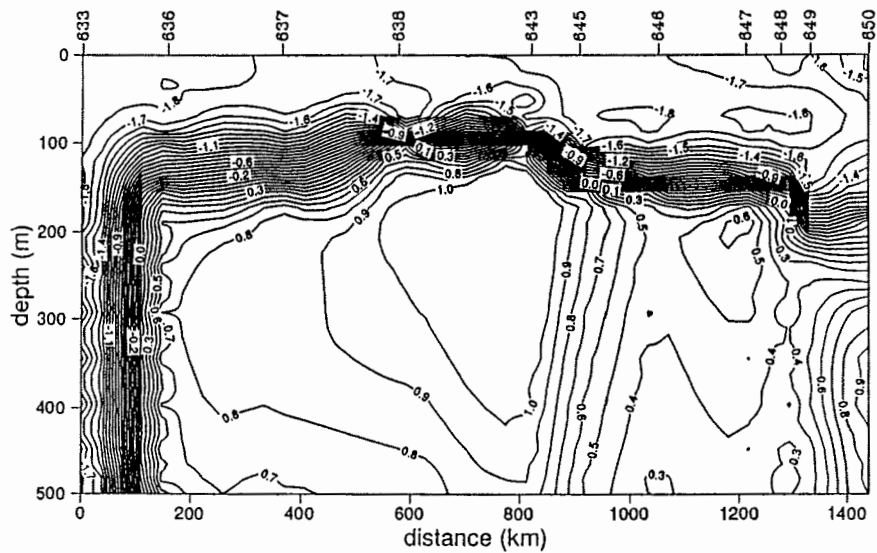
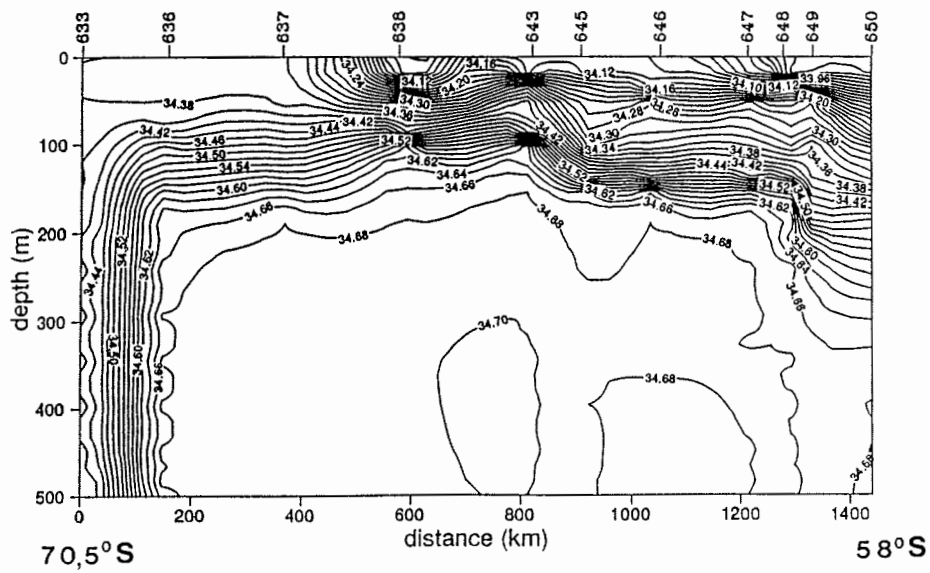


Abb. 7 a: Isothermen



### 3.1.1.3 Nährsalzgehalte

Die Verteilungsmuster der Nährsalzkonzentrationen in der Wassersäule entsprachen den Mustern der Wassermassenverteilung. Die Nährsalzsprungschichten (Nutriklinen) verliefen wie die Pyknoklinen. Die nördlichste eisfreie noch im zirkumpolaren Winterwasser gelegene Station 487 unterschied sich bezüglich der Nährsalzgehalte nicht von den anderen südlicheren Stationen.

Die Nitratkonzentrationen in der homogenen Oberflächenschicht auf dem **Nord-Süd-Schnitt** Anfang Oktober (Abb. 8) schwankten horizontal von 28 - 29  $\mu\text{mol/l}$  auf den nördlichen Stationen (487 - 499). Auf der mittleren Station 493 wurden nur 27  $\mu\text{mol/l}$  gemessen. Hier war außerdem der Verlauf innerhalb der Nutrikline unregelmäßig; in dieser Schicht waren die Nitratkonzentrationen in einigen Tiefen geringer als in der Oberflächenschicht. Die Konzentration stieg dann im Süden (Stationen 501 - 504) auf 30,5  $\mu\text{mol/l}$  an. Auf der südlichsten Station dieses Schnittes (Schelfstation 504) war die Nitratverteilung ähnlich wie der Verlauf der Temperatur- und Salzgehaltsprofile unregelmäßig: der Gehalt erhöhte sich in 100 m Tiefe auf 31,5  $\mu\text{mol/l}$  und fiel dann wieder auf Werte um 30,5  $\mu\text{mol/l}$ . Unter der Pyknokline waren die Nitratkonzentrationen auf allen Stationen etwa um 3  $\mu\text{mol/l}$  höher, wobei auf einigen Stationen nördlich und südlich von 64° S in der Tiefe die Nitratverteilung inhomogen war. Dort waren in einigen Hundert Metern Tiefe Bereiche mit relativ etwas erhöhten Nitratkonzentrationen (ca. 34  $\mu\text{mol/l}$ ) zu finden.

Auf den Stationen in der südöstlichen **Küstenpolynya** (Abb. 9, 10, 11) schwankten die Nitratkonzentrationen in der homogenen Oberflächenschicht von Station zu Station zwischen 29 bis 31  $\mu\text{mol/l}$ , wobei kein Nord-Süd Trend zu erkennen war. Auf einigen Schelfstationen war der vertikale Verlauf der Konzentrationen ähnlich unregelmäßig wie auf der Station 504. Im Küstenpolynyagebiet waren auf vielen Schelfstationen und auch auf einigen ozeanischen Stationen die Nitratkonzentrationen in den oberen Horizonten (bis ca. 50 m) um 0,1 bis 0,3  $\mu\text{mol/l}$  niedriger als in den Horizonten darunter. Im **WDW** betrug die Nitratkonzentrationen zwischen 32 und 34  $\mu\text{mol/l}$ , d.h. sie waren um ca. 3  $\mu\text{mol/l}$  höher als im **WW**.

Auf den **Schelfstationen** in der **südlichen Polynya** lagen die Werte fast immer unter 30  $\mu\text{mol/l}$ , auf Station 543 wurden sogar Werte etwas unter 29  $\mu\text{mol/l}$  gemessen. Eine Ausnahme bildete die südlichste Schelfstation, am Rand des Filchnergrabens (Station 583), dort lagen die Konzentrationen wieder über 30  $\mu\text{mol/l}$  und das Profil der Nitratverteilung verlief so unregelmäßig wie auf der Schelfstation 504 des Nord-Süd-Schnittes vor der Atka Bucht.

Auch nach Beginn der Meereisschmelze waren die Nitratkonzentrationen, wie die Salzgehalte auch, auf einigen Stationen der **Drescherschnitte** in den oberen Horizonten - um 0,1 bis 0,3  $\mu\text{mol/l}$  - niedriger als in den Horizonten darunter (Abb. 12, 13, 14).

Auf der ersten Station des **Süd-Nord-Schnittes** (Abb. 15) im Dezember (Schelfrandstation 633) waren die Konzentrationen und der Profilverlauf vergleichbar wie auf den anderen Schelfstationen in der südöstlichen Küstenpolynya. Auf der folgenden ozeanischen Station 636 betrug die Konzentrationen in der Oberflächenschicht etwa 31  $\mu\text{mol/l}$  und erhöhten sich unter der Pyknokline auf über 33  $\mu\text{mol/l}$ . Die Nitratkonzentrationen schwankten dann auf den folgenden Schnittstationen in der Oberflächenschicht zwischen 29 und 30  $\mu\text{mol/l}$ , wobei auf den Stationen 638 und 643 die Profilverläufe unregelmäßig waren. Ab Station 646, die ca. 250 km von der Eiskante entfernt lag, bis Station 648 schwankten die Konzentration in der obersten erwärmten ausgesüßten Schicht von 28,1 bis 28,5  $\mu\text{mol/l}$ , auf den Stationen 649 und 650 betrug die Konzentrationen in den oberen 20 bis 30 Metern nur 27,9 bzw. 27,8  $\mu\text{mol/l}$ . Insgesamt betrachtet waren unterhalb der vom Schmelzwasser beeinflussten Schicht im **WW** die Nitratkonzentrationen - besonders auf den Stationen in der nördlichen Weddellwirbelnflanke - etwas höher (um 0,5 bis 1,0  $\mu\text{mol/l}$ ) als auf dem Hinweg. Die im Vergleich zu den Winterwerten höheren Nitratkonzentrationen im **WW** deuten auf eine fortgeschrittene Zufuhr von Nährsalzen hin. Dagegen waren die Konzentrationen unter der Pyknokline im **WDW** auf allen Stationen identisch mit denen des Nord- Süd- Schnittes, und nördlich von 64° S wurden in einigen hundert m Tiefe wieder Bereiche mit etwas erhöhten Nitratkonzentrationen (34 bis 35  $\mu\text{mol/l}$ ) festgestellt.



Die Phosphatkonzentrationen (etwa 2  $\mu\text{mol/l}$ ) in der durchmischten Schicht waren ungefähr 15 mal niedriger als Nitrat und lagen im Bereich der Redfield-Ratio von 16/1 (Redfield 1958). Das Phosphat/Nitrat Verhältnis änderte sich innerhalb der Profile kaum.

Auf den Stationen des **Nord-Süd-Schnittes** (Abb. 8) schwankten die Phosphatkonzentrationen in der durchmischten Schicht von 1,95 bis 2,05  $\mu\text{mol/l}$ ; auf den drei südlichsten Stationen dieses Schnittes (501 bis 504) waren die Phosphatkonzentrationen - wie die Nitratkonzentrationen - leicht erhöht (auf ca. 2,1  $\mu\text{mol/l}$ ).

Auf den Stationen in der **südöstlichen Küstenpolynya** (Abb. 9, 10, 11) betrug die Phosphatkonzentrationen in der durchmischten Schicht 2,05 bis 2,1  $\mu\text{mol/l}$ . Auf einigen Stationen waren in den oberen Metern die Phosphatkonzentrationen - wie die Nitratkonzentrationen - etwas (ca. 0,03  $\mu\text{mol/l}$ ) niedriger als darunter.

Auf den Stationen über dem **südlichen Schelf** ( $>73^{\circ} 30' \text{ S}$ ,  $23^{\circ} \text{ W}$ ) waren die Phosphatkonzentrationen - wie die Nitratkonzentrationen - etwas niedriger (zwischen 1,98 und 2,05  $\mu\text{mol/l}$ ).

Nach Schmelzbeginn waren die Phosphatkonzentrationen vor dem Drescher Inlet auf einigen Stationen in den oberen Metern wie die Salz- und Nitratkonzentrationen - um 0,02 bis 0,05  $\mu\text{mol/l}$  - erniedrigt (Abb. 12, 13, 14).

Auf den Stationen des **Süd-Nord-Schnittes** (Abb. 15) im Frühjahr schwankten die Konzentrationen im **WW** zwischen 2,05 und 2,15  $\mu\text{mol/l}$  und waren in der nördlichen Wirbelflanke - wie die Nitratwerte - etwas höher als im Winter. Ab Station 646 betrug die Phosphatkonzentrationen im oberen ausgesüßten Bereich der Oberflächenschicht 2,01  $\mu\text{mol/l}$  und fielen bis auf 1,8  $\mu\text{mol/l}$  auf Station 650.

Unter der Pyknokline im **WDW** waren die Phosphatkonzentrationen auf allen beprobten Stationen um ca. 0,2  $\mu\text{mol/l}$  höher als im darüberliegenden Winterwasser. In den Tiefen, in denen im **WDW** auf den beiden Schnitten durch den östlichen Weddellwirbel erhöhte Nitratkonzentrationen gemessen wurden, waren auch die Phosphatkonzentrationen etwas erhöht (auf ca. 2,4  $\mu\text{mol/l}$ ).

Die Ammoniumkonzentrationen bewegten sich in der Oberflächenschicht während des **Nord-Süd-Schnittes** auf Station 487 zwischen 0,04 und 0,25  $\mu\text{mol/l}$ ; auf den Stationen 489 bis 501, schwankten die Ammoniumkonzentrationen zwischen 0,1 und 0,7  $\mu\text{mol/l}$ . Die Konzentrationen waren auf allen Stationen unter der Pyknokline bis auf wenige Ausnahmen um 1 bis 2 Zehnerpotenzen niedriger. Auf den südlichsten Stationen des Schnittes (503-504) waren die Ammoniumkonzentrationen in der Oberflächenschicht ein bis zwei Zehnerpotenzen niedriger oder nicht mehr nachzuweisen. Im südöstlichen **Küstenpolynyagebiet** betrug auf den äußersten Stationen 511 und 512 der Drescherschnitte I und II die Konzentrationen in der Oberflächenschicht ungefähr 0,2 bis 0,1  $\mu\text{mol/l}$  und fielen darunter im **WDW** wieder deutlich ab. Auf den anderen Stationen in der südöstlichen und auch in der südlichen Polynya lagen die Werte bis Mitte November ungefähr um eine Zehnerpotenz niedriger als auf dem Nord-Süd-Schnitt.

Ab Mitte November (ab Station 595), nach dem Einsetzen der Schmelze, waren die Ammoniumkonzentrationen auf den Stationen im Küstengebiet in der Regel noch so niedrig wie im Winter. Auf einigen Stationen wurden jedoch in den obersten Schichten etwas höhere Werte als darunter gemessen. Auf einigen Stationen des Drescherschnittes VII waren die Ammoniumwerte in den oberen Salz- und Nährsalzärmeren Horizonten um das Drei- bis Fünffache erhöht.

Auf dem **Süd-Nord-Schnitt** waren im ozeanischen Bereich des Weddellmeeres ab Station 637 die Konzentrationen ungefähr so hoch wie auf den Weddellwirbelstationen während des Nord-Süd-Schnittes (zwischen 0,04 und 0,3  $\mu\text{mol/l}$ ); auch die Profilverläufe glichen denen der Spätwinter-Stationen. Unter der Nutrikline fielen die Konzentrationen ab um ein bis zwei Zehnerpotenzen. Der Unterschied zum Nord-Süd-Schnitt im Winter bestand darin, daß auf den Stationen im Frühjahr besonders auf den Eiskantenstationen in der Oberflächenschicht in verschiedenen Tiefen erhöhte Ammoniumwerte gemessen wurden. Die Ammoniumprofile verliefen somit in der Oberflächenschicht unregelmäßiger.

Die Silikatkonzentrationen schwankten auf dem **Nord-Süd-Schnitt** in der Oberflächenschicht von Station zu Station von 65 bis 78  $\mu\text{mol/l}$  (Abb. 8). Auf den Stationen im Norden waren die Konzentrationen insgesamt betrachtet höher als im Süden. Innerhalb der Nutrikline stiegen die Konzentrationen auf allen Stationen auf ungefähr 90 bis 100  $\mu\text{mol/l}$  an, und nahmen zur Tiefe bis auf über 130  $\mu\text{mol/l}$  zu.

Auf den **Küstenpolynyastationen** (Abb. 9 bis 14) lagen die Konzentrationen in der Oberflächenschicht in der südöstlichen und auch in der südlichen Polynya im Spätwinter und nach Schmelzbeginn zwischen 65 und 67  $\mu\text{mol/l}$ . Ausnahmen waren die am küstenfernen Ende der Schnitte gelegenen Stationen 511 mit 77  $\mu\text{mol/l}$ , und die Stationen 512, 604 und 626 mit 68 bis 69  $\mu\text{mol/l}$ . Unter der Nutrikline nahmen die Werte auf allen Stationen zu, wie auf dem Nord-Süd-Schnitt beobachtet.

Auf dem Rückweg, dem **Süd-Nord-Schnitt** (Abb. 15) betrugen die Konzentrationen 84  $\mu\text{mol/l}$  auf der Station 636, auf den Stationen 637 und 645 nur 68 bzw. 67  $\mu\text{mol/l}$ ; auf den anderen Stationen schwankten die Werte zwischen 71 und 78  $\mu\text{mol/l}$ . Die Silikatkonzentrationen im **WW** waren demnach insgesamt betrachtet etwas höher als auf dem Hinweg im Spätwinter. Auf den nördlichen Stationen dieses Schnittes lagen in den oberen Metern der Oberflächenschicht die Silikatkonzentrationen ähnlich wie die Nitrat- und Phosphatkonzentrationen um etwa 5% niedriger. Unter der Pyknokline im **WDW** nahmen die Werte auf allen Stationen so wie auf dem Hinweg zu.

Die atomaren Verhältnisse von Si zu N im **WW** schwankten im Spätwinter im Weddellwirbel (Nord-Süd-Schnitt), sie bewegten sich ungefähr um 2,2 bis 2,7. In der südöstlichen und südlichen Küstenpolynya bewegten sich diese Verhältnisse im **ESW** nur zwischen 2,2 bzw. 2,3. Auf dem Rückweg schwankten die Verhältnisse im Weddellwirbel im **WW** zwischen 2,3 und 2,6. Die Silikatwerte waren in den Tiefenmaxima von Nitrat und Phosphat auf dem Nord-Süd- bzw. Süd-Nord-Schnitt etwas aber nicht proportional erhöht. Die Silikat/Nitrat Verhältnisse bzw. die Silikat/Phosphat Verhältnisse waren in diesen Tiefen auf den Stationen nördlich von 64° S höher als südlich davon.

#### 3.1.1.4 Vergleich von Salzgehalten, Temperaturen und Nährsalzgehalten

Auf den Schelfstationen in der **südöstlichen Küstenpolynya** war **WDW** in die Deckschicht zugemischt worden (Station 504 am Ende des Nord-Süd-Schnittes; Stationen 561, 566, 573, 584, 608, 621, 632). Dies wurde deutlich an unregelmäßig verlaufenden Temperatur-, Salzgehalts- und Nährsalzkonzentrationsprofilen. Außerdem konnte wenig vermischtes **WDW** über dem Boden erkannt werden.

In den oberen Horizonten der Oberflächenschicht waren vor Beginn der Meereisschmelze auf den küstennahen und in geringerer Ausprägung auf einigen ozeanischen Stationen der Schnitte Drescher II, III, IV und des Südschnittes 1 die Salzgehalte und Temperaturen und teilweise auch die Nährsalzgehalte erniedrigt. Wie im Weiteren noch gezeigt wird, waren die "fehlenden" Nährsalze nicht in Phytoplanktonbiomasse umgewandelt worden. Die Salz- und Nährsalzerniedrigungen waren wahrscheinlich durch Zufuhr von Schelfeisschmelzwasser bedingt, die vermutlich auch teilweise die unruhigen Profilverläufe auf den Schelfstationen verursachte. Die Temperaturabsenkung zeigte den Verbrauch von latenter Wärme für den Schmelzvorgang aus dem Wasser an. Auch nach der Schmelze waren auf den Schelfstationen die Salz- und Nährsalzgehalte im oberen Bereich des **ESW** niedriger. Dies beruhte vermutlich zumindest teilweise auf der Zufuhr von Schelfeisschmelzwasser.

Auf den Schnitten Drescher III, Drescher IV und Südschnitt 2 wölbten sich auf den mittleren Stationen die Salzgehalts- und Nährsalzisolines unter die Oberfläche (Abb. 10, 11, 12). Diese Strukturen zeigen einerseits auf die Zumischung von wärmerem, salz- und nährsalzreichem Tiefenwasser in die Oberflächenschicht des Küstenstroms. Andererseits deuten sie auf die Salzzufuhr von der Oberfläche aus den Laugenkanälen des sich neu bildenden Polynyaees hin.

Auf den außen zum ozeanischen Bereich hin gelegenen Stationen der Drescherschnitte I, II, V, VI und VII - 511, 512, 604 und 626 - waren nicht nur die Silikat- und Ammoniumkonzentrationen, sondern auch die Salzgehalte in der Oberflächenschicht im Vergleich zu den Konzentrationen der weiter küstenwärts gelegenen Stationen deutlich oder etwas erhöht. Dies weist auf den Einfluß von salz-, silikat- und ammoniumreicherem ozeanischen Winterwasser (**WW**) auf diesen Stationen hin.

Die niedrigeren Nitrat-, Phosphat- und Silikatkonzentrationen im salzärmeren und etwas wärmeren Wasser unter der Oberfläche auf den Stationen des vorletzten und letzten Drescherschnittes (VI: Stationen 606, 607; VII: Stationen 621, 622, 624) waren vorwiegend durch Zumischung von Schmelzwasser aus dem Meereis bedingt. Die Nährsalzkonzentrationen lagen dort um 1,5 bis 2 % und die Salzgehalte 0,15 bis 0,2 % niedriger. Die Salz/Nährsalz Verhältnisse waren in diesen Horizonten deshalb erhöht.

Auf den **südlichen Küstenpolynyastationen** (Halley-Divergenzschnitt und Schelfstationen 542, 543, 544, 545, 548, 583, 584) waren die Verhältnisse von Salzgehalt/Nitrat (1,16) bzw. Phosphat (17,05) etwas höher als im südöstlichen Polynyagebiet (1,14 bzw. 16,55); auch die Silikat/Nitrat (2,24) bzw. Silikat/Phosphat Verhältnisse (32,75) lagen etwas höher als auf den südöstlichen Stationen (2,2 bzw. 31,81). Diese Stationen lagen westlich der Divergenz des Küstenstromes (Carmack und Foster 1977) und eventuell in einem anderen oder in einem modifizierten Oberflächenwasserkörper. Auf einigen der Schelfstationen im südlichen Polynyagebiet konnte kurz über dem Boden wärmeres und salzigeres Wasser mit höheren Nährsalzkonzentrationen - zugemischt **WDW** - erkannt werden. Die vertikalen Temperatur-, Salz- und Nährsalzprofile verliefen auf der südlichsten Station, die während dieser Expedition erreicht wurde, unregelmäßiger. Die Nitratkonzentrationen, die Silikat/Nitrat Verhältnisse und die Salz/Nährsalz Verhältnisse waren dort ähnlich wie im **ESW** auf den südöstlichen Stationen. Jedoch waren die inhomogenen vertikalen Muster auf dieser Station offensichtlich durch die Zumischung von **ISW** von unten bedingt.

Auf dem Rückweg im Dezember (**Süd-Nord-Schnitt**) waren auf den nördlichsten Stationen in der oberen wärmeren von Schmelzwasser beeinflussten Schicht die Salzgehalte 1 bis 1,5% niedriger und die Nährsalzkonzentrationen ca. 5% niedriger als darunter im **WW**. Dies zeigt, daß auch auf diesen Stationen die Salz zu Nährsalzverhältnisse im Schmelzwasser deutlich erhöht waren.

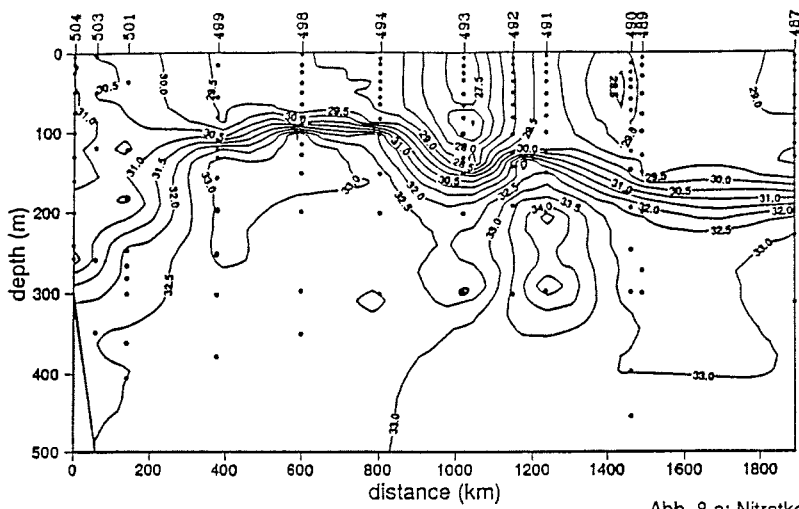


Abb. 8 a: Nitratkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

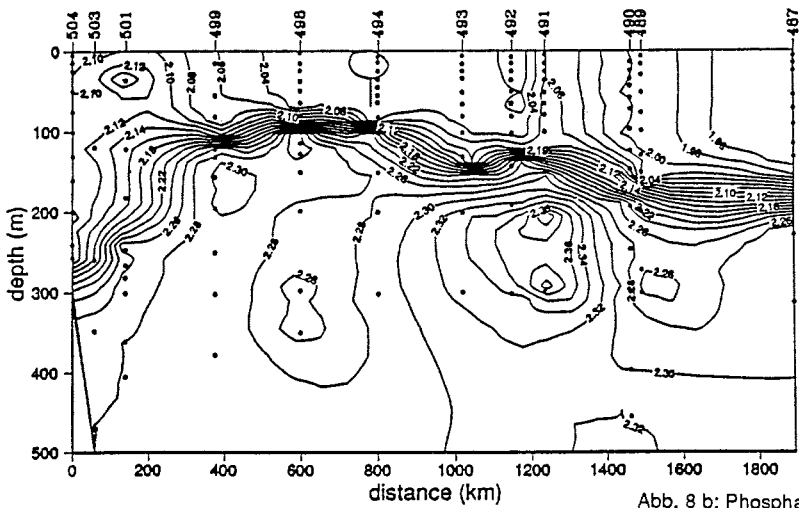


Abb. 8 b: Phosphatkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

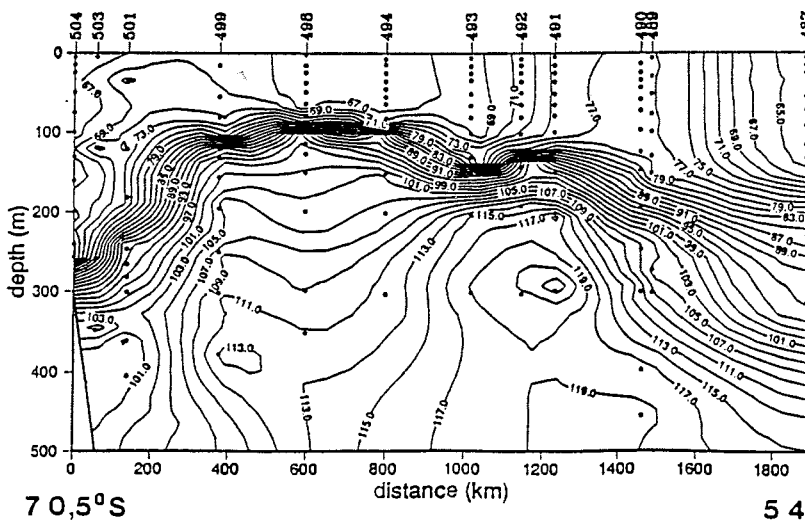


Abb. 8 c: Silikatkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

Abb. 8: Nährsalzverteilungen in den oberen 500 m für den Nord-Süd-Schnitt durch das östliche Weddellmeer Anfang Oktober

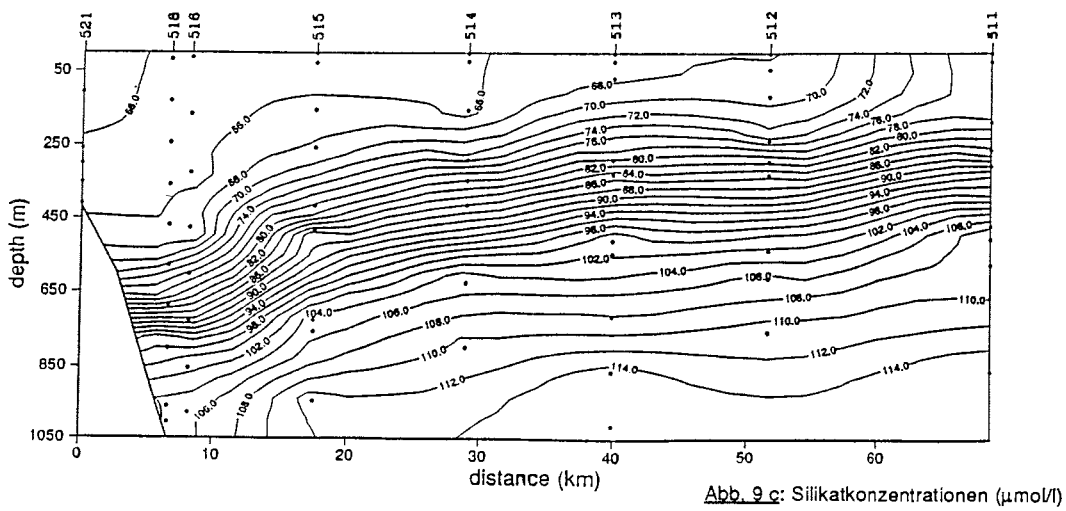
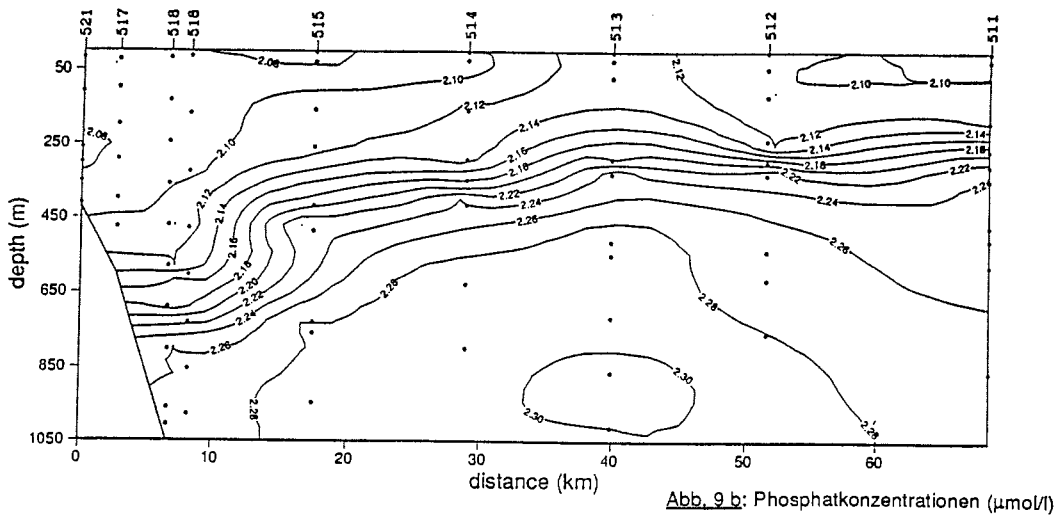
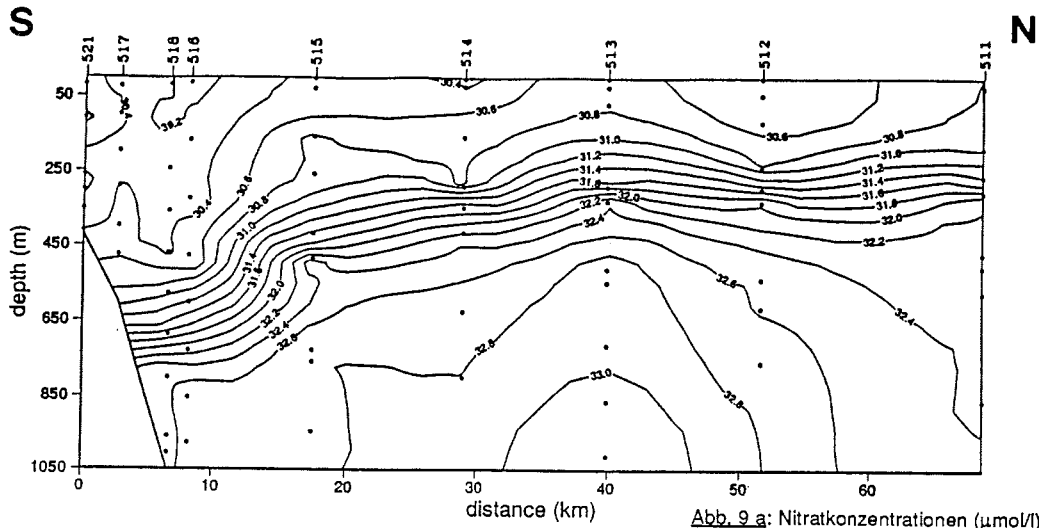


Abb. 9: Nährsalzverteilungen für den Drescherschnitt II in der südöstlichen Küstenpolynya vor Beginn der Meereisschmelze (linke Seite: Scheffeküste; beachte die km- Skala )

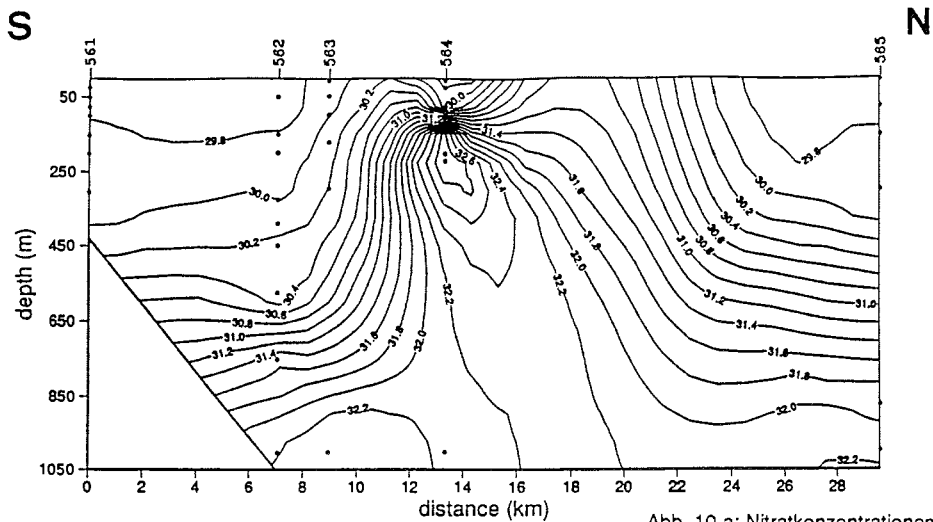


Abb. 10 a: Nitratkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

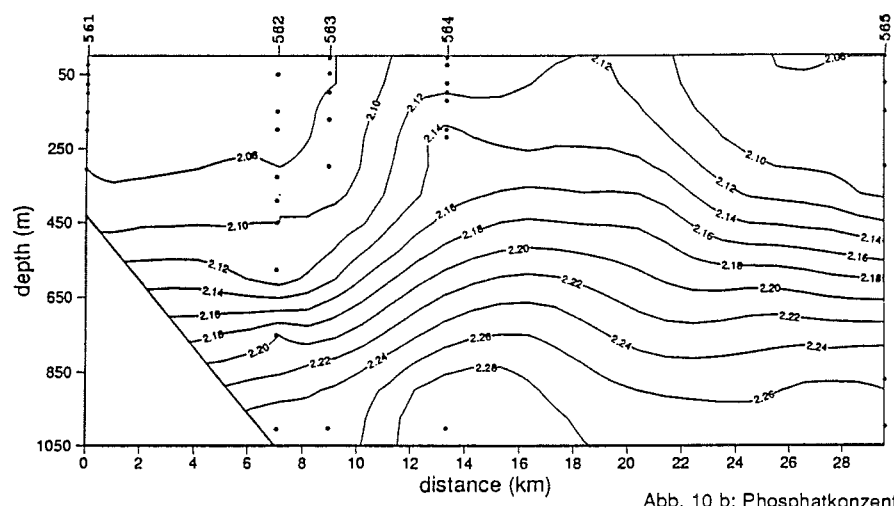


Abb. 10 b: Phosphatkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

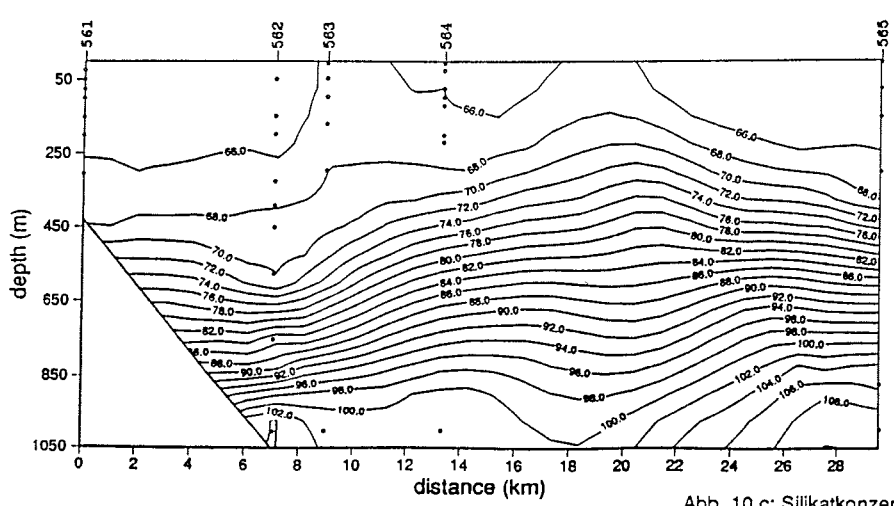


Abb. 10 c: Silikatkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

Abb. 10: Nährsalzverteilungen für den Drescherschnitt III in der südöstlichen Küstenpolynya vor Beginn der Meereisschmelze (linke Seite: Schelfeisküste)

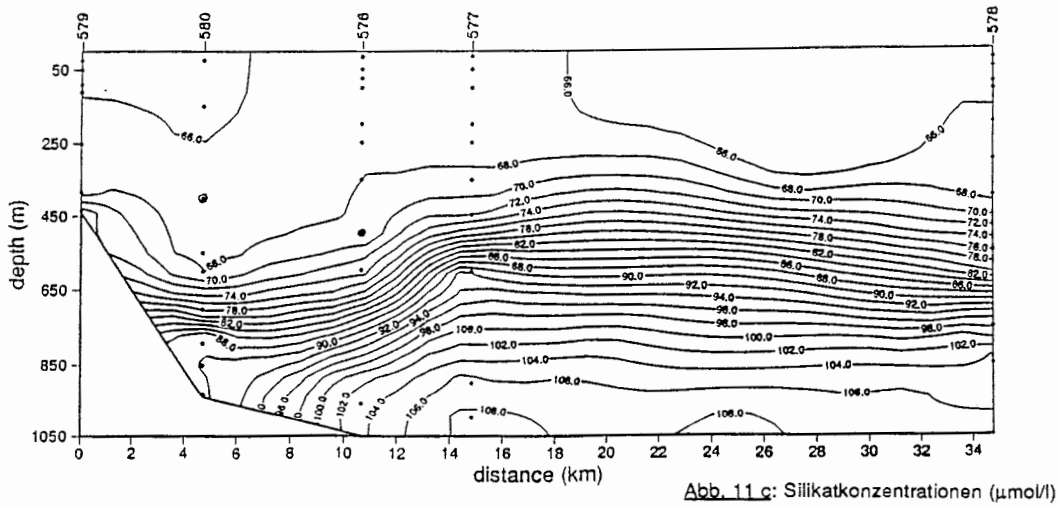
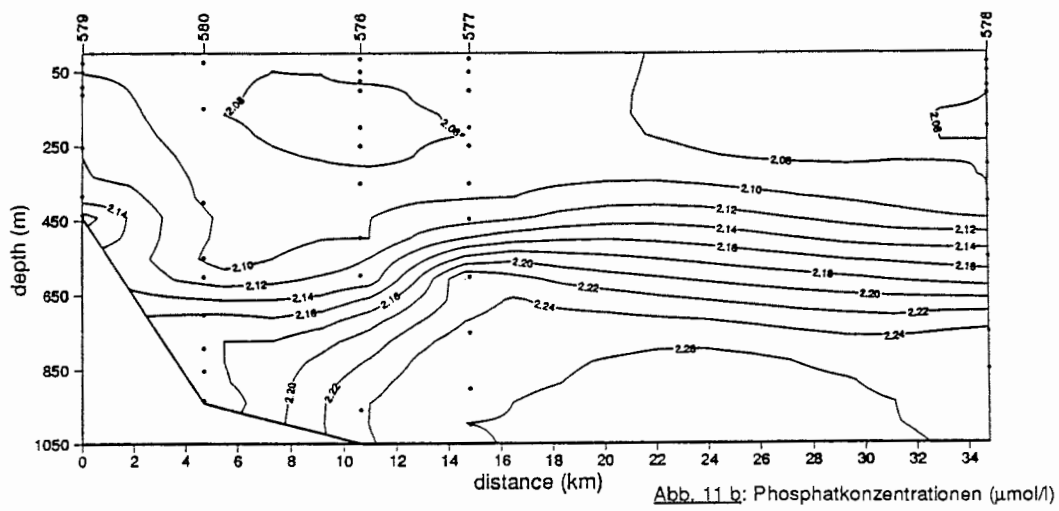
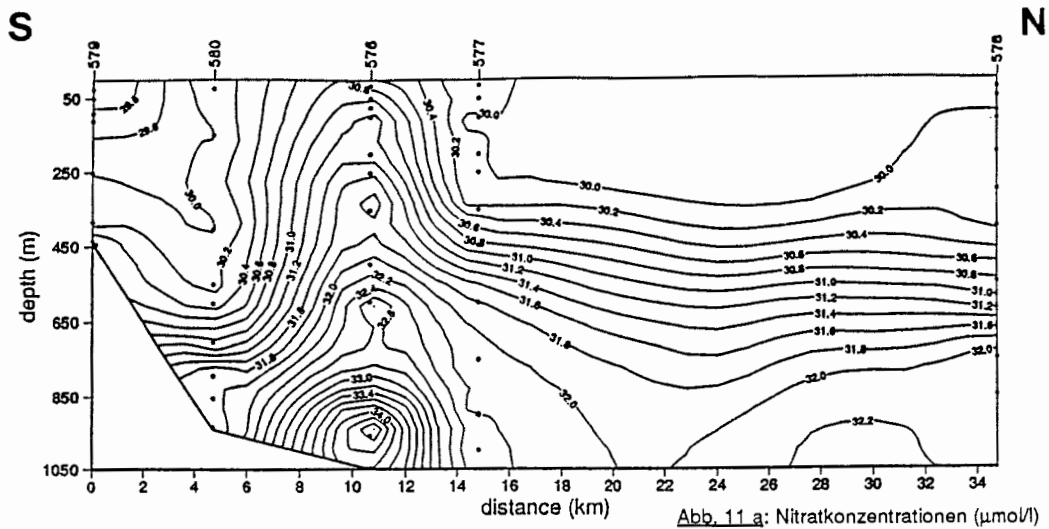


Abb. 11: Nährsalzverteilungen für den Drescherschnitt IV in der südöstlichen Küstenpolynya vor Beginn der Meereisschmelze (linke Seite: Scheffeküste)

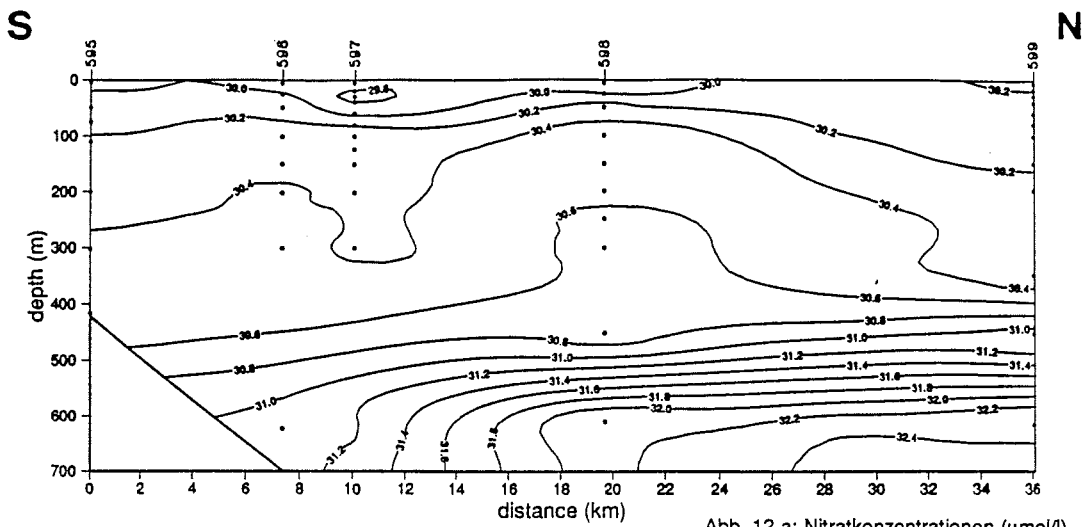


Abb. 12 a: Nitratkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

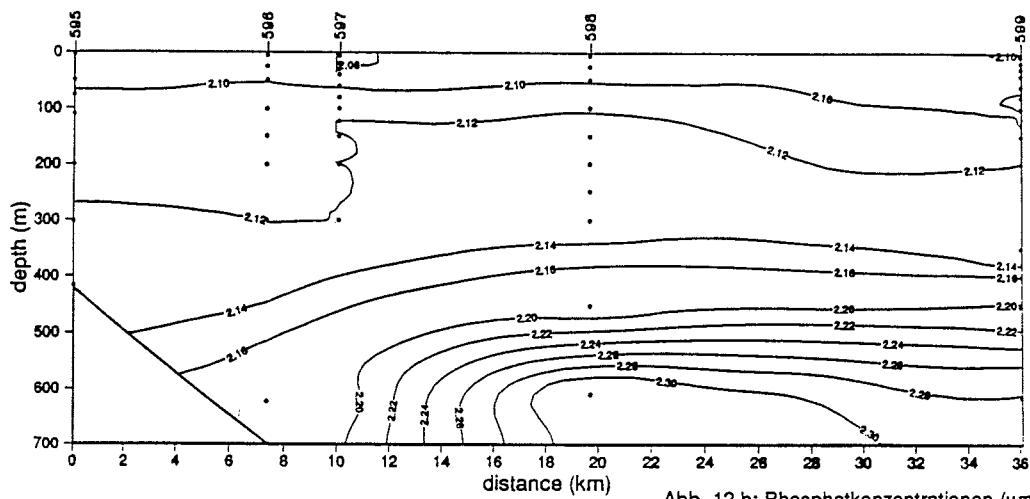


Abb. 12 b: Phosphatkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

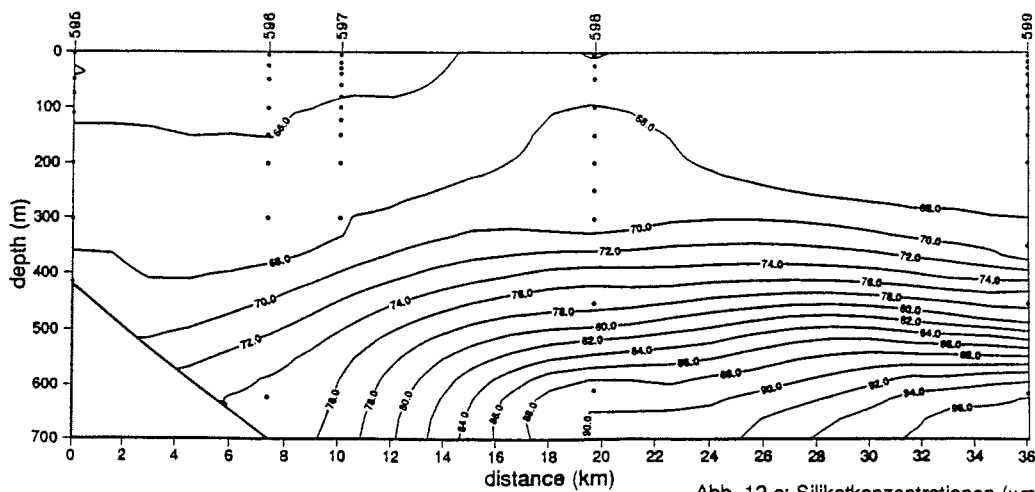


Abb. 12 c: Silikatkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

Abb. 12: Nährsalzverteilungen für den Südschnitt 2 in der südöstlichen Küstenpolynya nach Beginn der Meereisschmelze (linke Seite: Schelfeisküste; beachte die Tiefen- Skala)



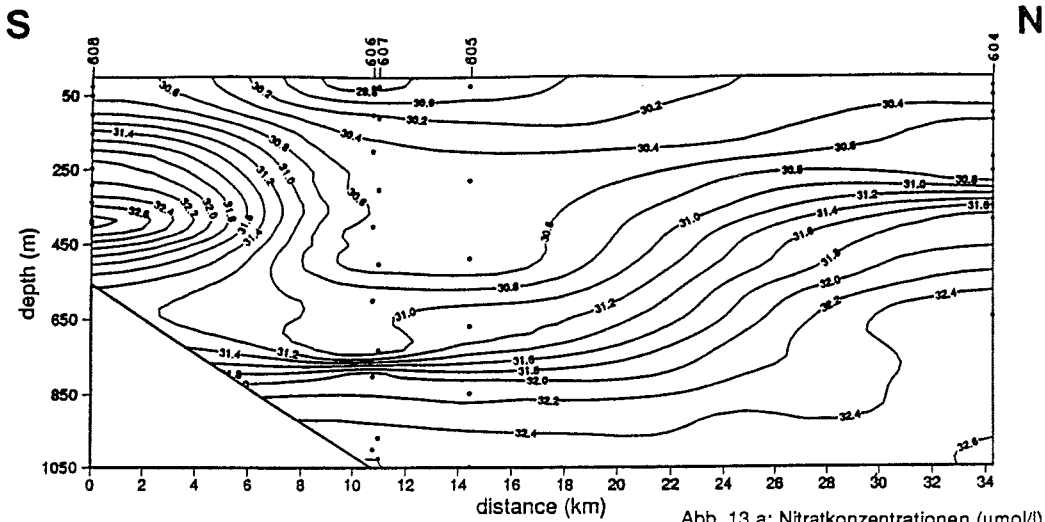


Abb. 13 a: Nitratkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

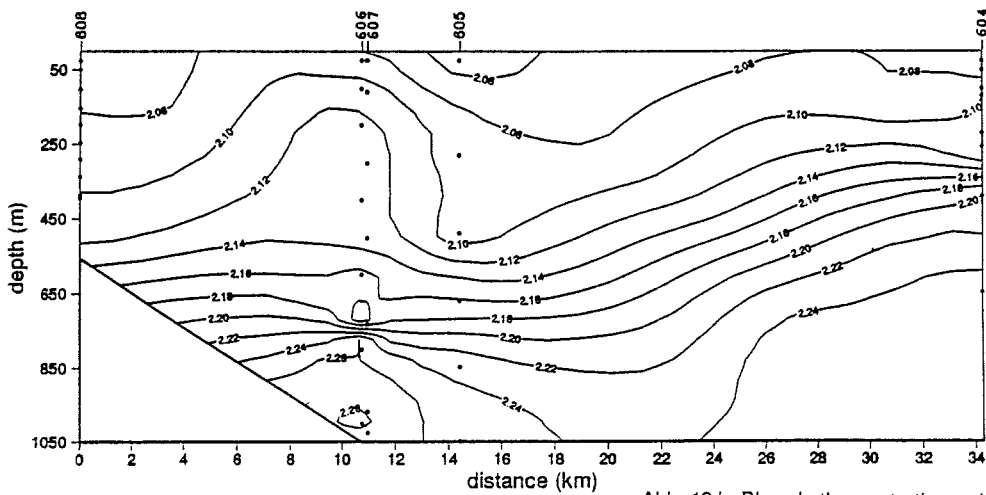


Abb. 13 b: Phosphatkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

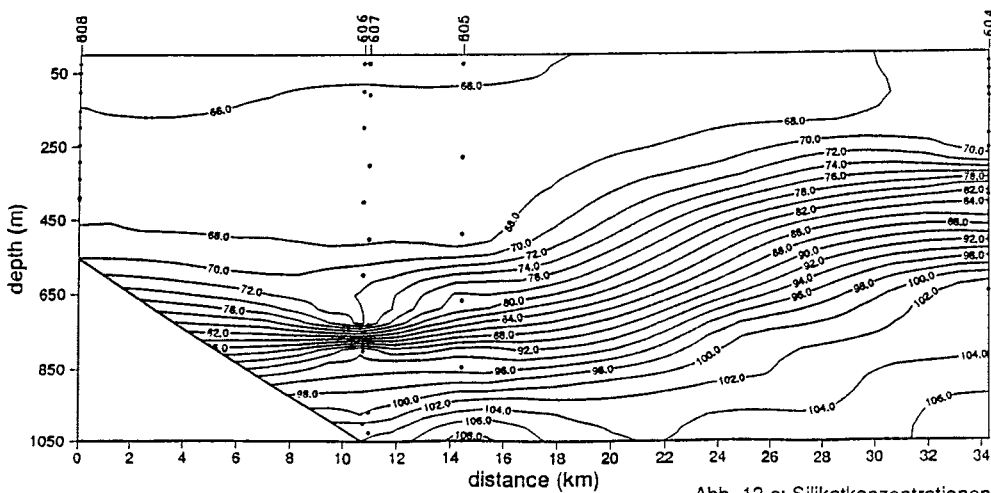


Abb. 13 c: Silikatkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

Abb. 13: Nährsalzverteilungen für den Drescherschnitt VI in der südöstlichen Küstenpolynya nach Beginn der Meereisschmelze (linke Seite: Schelfeisküste)

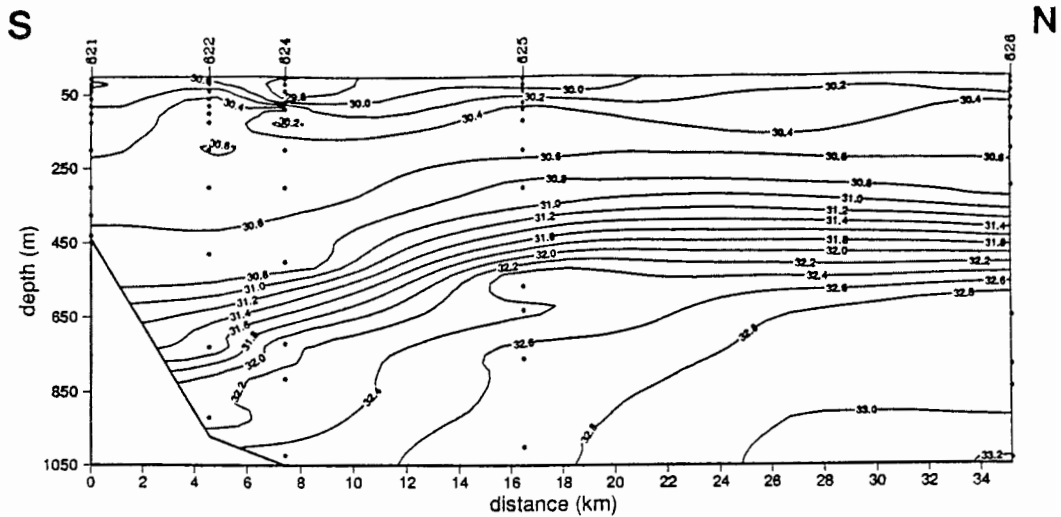


Abb. 14 a: Nitratkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

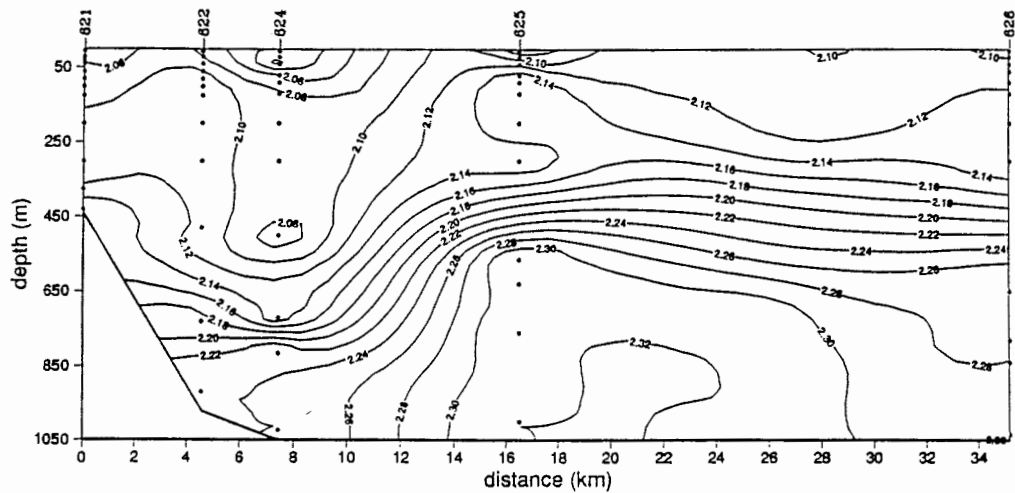


Abb. 14 b: Phosphatkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

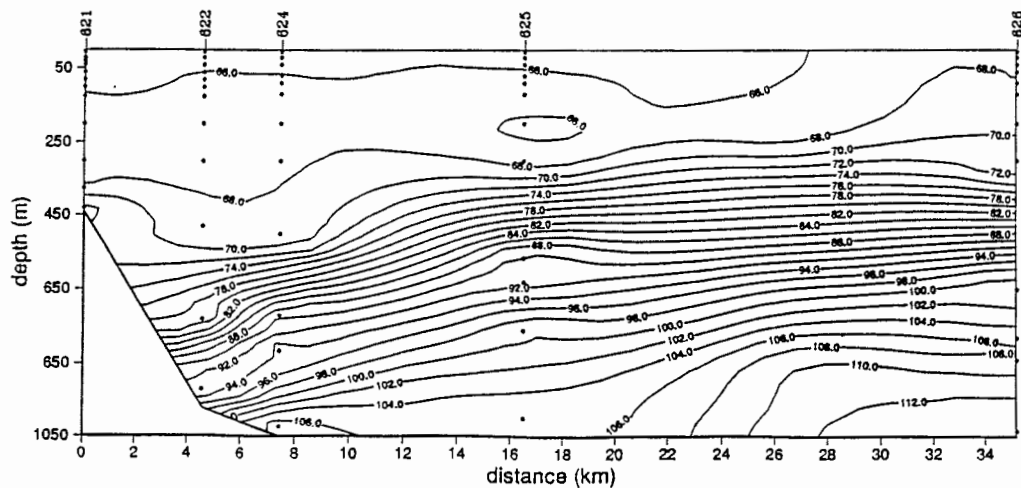


Abb. 14: Nährsalzverteilungen für den Drescherschnitt VII in der südöstlichen Küstenpolynya nach Beginn der Meereisschmelze (linke Seite: Schelfeisküste)

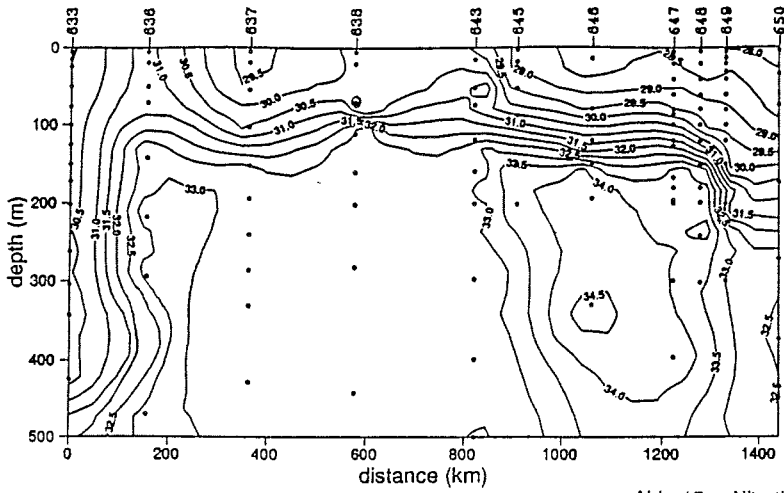


Abb. 15 a: Nitratkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

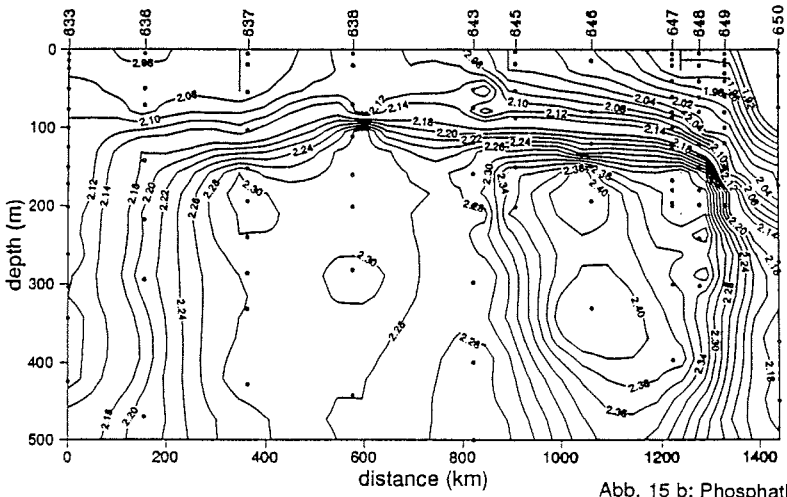


Abb. 15 b: Phosphatkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

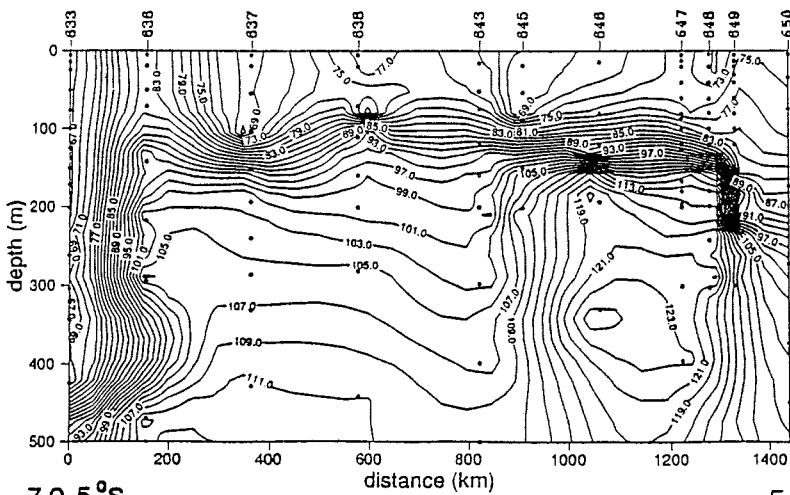


Abb. 15: Nährsalzverteilungen in den oberen 500 m für den Süd-Nord-Schnitt durch das östliche Weddellmeer Anfang Dezember

70,5°S

58°S

Abb. 15 c: Silikatkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ )

### 3.1.2 Die Phytoplanktonbiomasse und Sestongehalte

In den folgenden Kapiteln werden die verschiedenen Gebiete in der gleichen Reihenfolge wie im vorherigen Kapitel zur abiotischen Umwelt abgehandelt.

#### 3.1.2.1 Chlorophyllgehalte

Auf dem **Nord-Süd-Schnitt** Anfang Oktober waren die Chlorophyllkonzentrationen (Chlorophyll  $a$ ) auf fast allen Stationen vertikal in der Oberflächenschicht ungefähr gleich. Im Verlauf der Pyknokline fielen die Konzentrationen deutlich ab, und in der Tiefe im **WDW** wurden nur noch Werte nahe der Nachweisgrenze gemessen (0,001 bis 0,003  $\mu\text{g/l}$ ). Die Konzentrationen in der Oberflächenschicht betragen auf der nördlichsten Weddellwirbelstation an der Eiskante (489) etwa 0,25  $\mu\text{g/l}$  und auf der südlichsten Schnittstation (504) nur 0,01  $\mu\text{g/l}$  (Abb. 16). Durch trapezoidale Integration der Konzentrationen in den verschiedenen Tiefen wurden die Chlorophyllgehalte unter einem  $\text{m}^2$  der durchmischten Schicht berechnet. Sie nahmen von 90  $\text{mg/m}^2$  auf der Zirkumpolar-Station (487) bzw. 39  $\text{mg/m}^2$  auf der nördlichsten Weddellmeer-Station (489) kontinuierlich Richtung Süden ab; im Küstenpolynyagebiet (Station 504) wurden nur noch 2  $\text{mg/m}^2$  gemessen (Abb. 17). Auf dieser Schelfstation (504) und auf den meisten anderen Schelfstationen im **südöstlichen Küstenpolynyagebiet** war der Verlauf der Chlorophyllprofile nicht ganz gleichmäßig. Die Wassersäulen waren ganz (Stationen 504, 508, 561, 595, 600) oder fast bis zum Boden (Stationen 566, 621) durchmischt. Aufgrund der größeren Mächtigkeit der Oberflächenschicht in Küstennähe waren die Chlorophyllkonzentrationen bei ungefähr gleichen Gehalten/ $\text{m}^2$  auf den Schelf- und auf den tief durchmischten Hangstationen niedriger als auf den weiter außen gelegenen ozeanischen Stationen (Abb. 18, 19, 20). Auf einigen Schelfstationen stiegen die Chlorophyllkonzentrationen in den untersten Horizonten leicht an.

Auf den nicht über dem Schelf gelegenen Stationen der küstensenkrechten Schnitte vor dem Drescher Inlet war im Spätwinter (Mitte Oktober) das Chlorophyll relativ gleichmäßig verteilt (Abb. 19). Die Konzentrationen lagen während Drescherschnitt I und II um 0,01  $\mu\text{g/l}$  auf den tief durchmischten Stationen 508 und 509, bzw. um 0,25  $\mu\text{g/l}$  auf den ozeanischen Stationen. Die Konzentrationen fielen im darunter gelegenen **WDW** ab auf kaum noch messbare Werte. Auf den Stationen des Drescherschnittes III Anfang November konnten in den Profilen in der Oberflächenschicht teilweise Minima in mittleren Tiefen erkannt werden (Stationen 561, 562, 564 und 565; Abb. 20). Auf den küstennahen Stationen dieses Schnittes waren nur sehr geringfügige Zunahmen (um 0,005  $\mu\text{g/l}$ ) und auf den ozeanischen Stationen sogar Abnahmen der Konzentrationen (um 0,01  $\mu\text{g/l}$ ) im Vergleich zu Mitte Oktober zu beobachten.

Auf dem ebenfalls Anfang November durchgeführten küstensenkrechten Schnitt 55 km weiter südlich (Südschnitt 1) nahmen die Chlorophyllkonzentrationen von der Oberfläche zur Pyknokline hin leicht ab. Die Konzentrationen und Gehalte/ $\text{m}^2$  waren dort höher als auf dem Schnitt Drescher III. Die Konzentrationen (ca. 0,2 bis 0,4  $\mu\text{g/l}$ ; Abb. 21) waren etwa doppelt so hoch wie auf den Schnitten Drescher I und II.

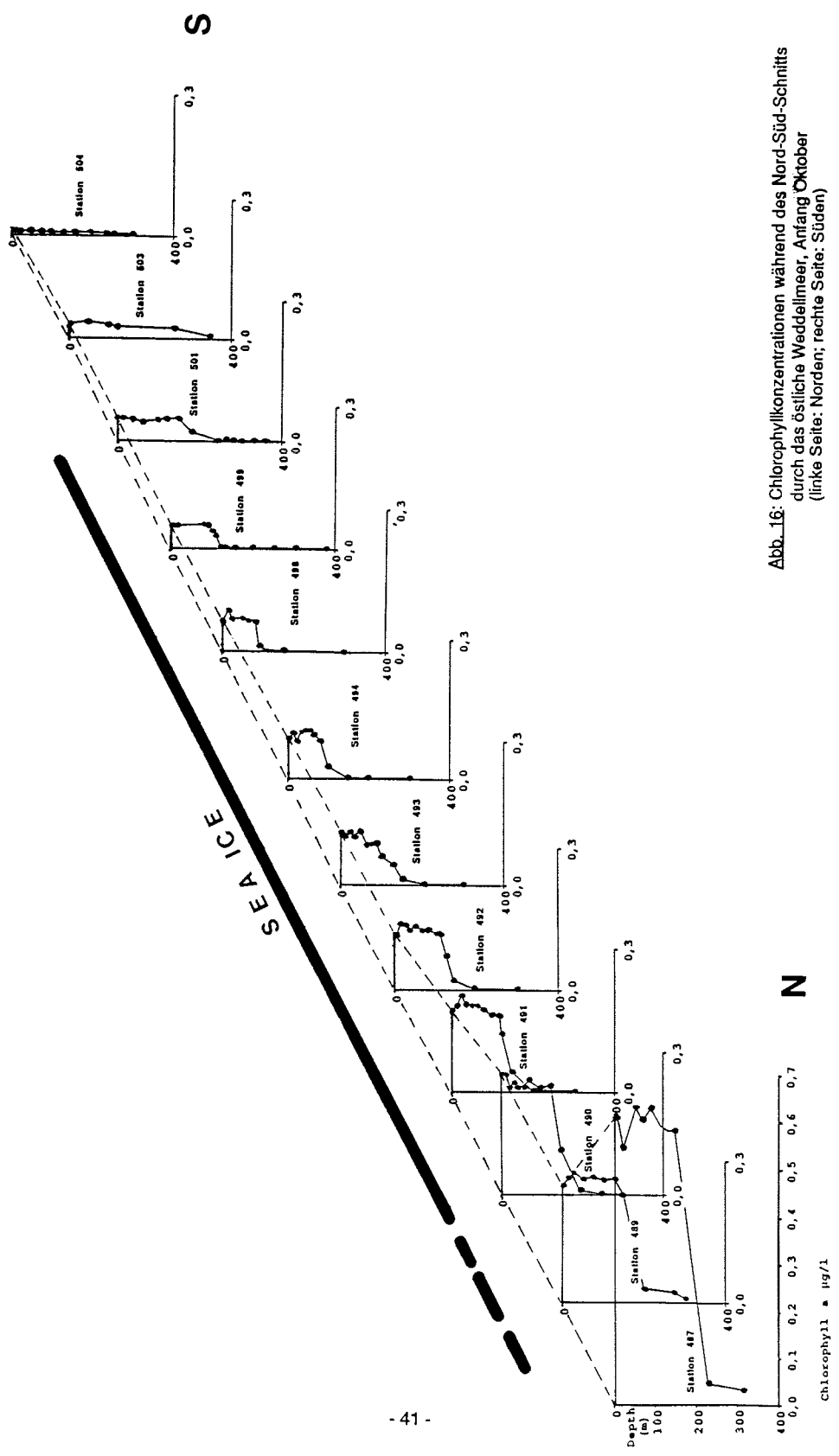


Abb. 16: Chlorophyllkonzentrationen während des Nord-Süd-Schnitts durch das östliche Weddellmeer, Anfang Oktober (linke Seite: Norden; rechte Seite: Süden)

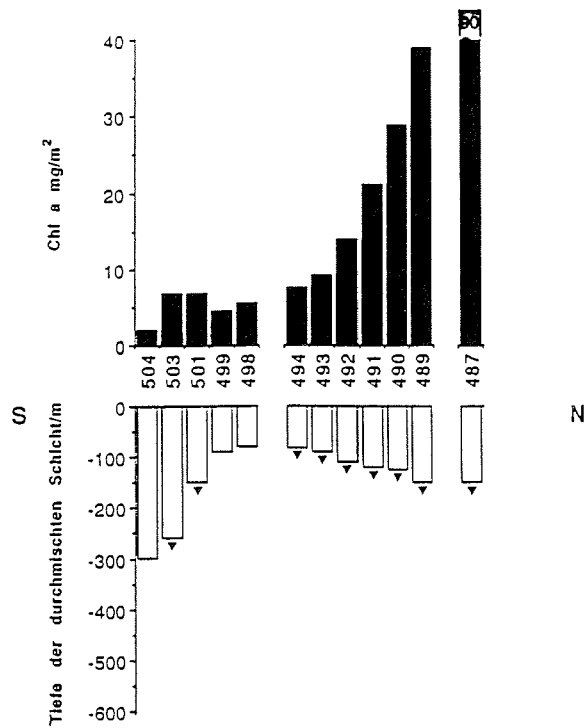


Abb. 17: Chlorophyllgehalte/m<sup>2</sup> in der Oberflächenschicht (obere Balken) und Mächtigkeit der Oberflächenschicht (untere Balken) während des Nord-Süd-Schnitts durch das östliche Weddellmeer, Anfang Oktober. Die Stationen, auf denen kurz unter der Pyknokline höhere Chlorophyllkonzentrationen als darunter gemessen wurden, sind mit einem ▼ markiert. (linke Seite: Süden; rechte Seite: Norden)

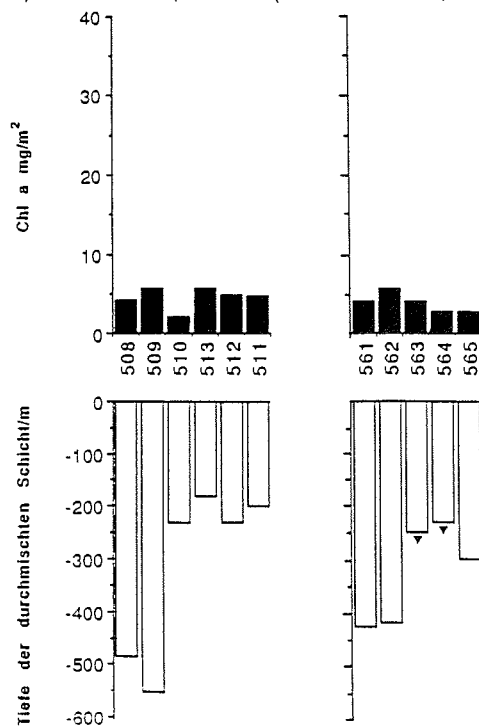


Abb. 18: Chlorophyllgehalte/m<sup>2</sup> in der Oberflächenschicht (obere Balken) und Mächtigkeit der Oberflächenschicht (untere Balken) während der Drescherschnitte I, II (zusammen dargestellt) und III vor Beginn der Meereisschmelze. Die Stationen, auf denen kurz unter der Pyknokline höhere Chlorophyllkonzentrationen als darunter gemessen wurden, sind mit einem ▼ markiert. (linke Seite: Schelfeisküste)

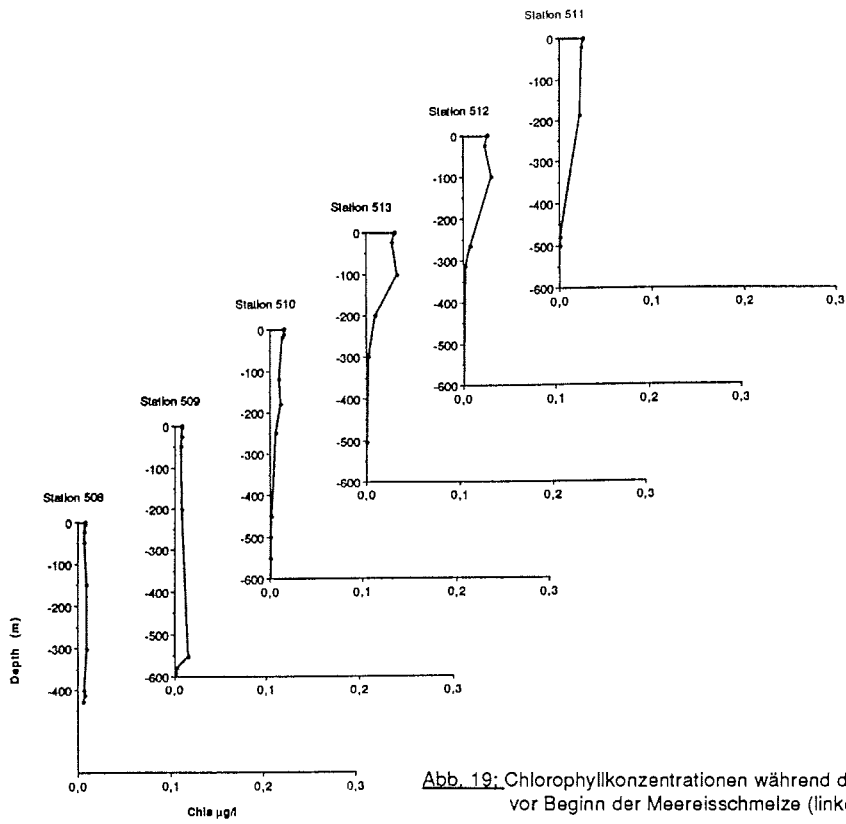


Abb. 19: Chlorophyllkonzentrationen während der Drescherschnitte I, II vor Beginn der Meereisschmelze (linke Seite: Schelfeisküste)

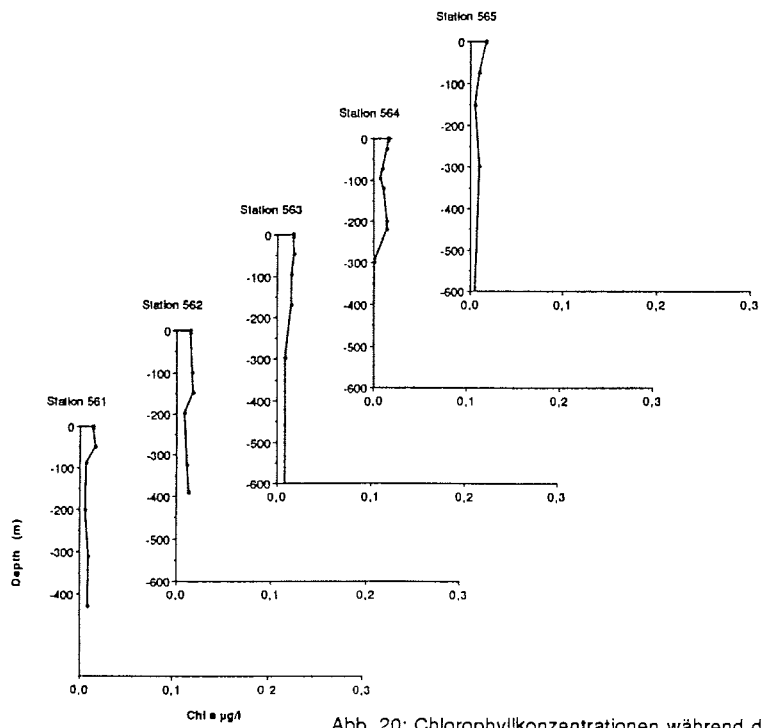


Abb. 20: Chlorophyllkonzentrationen während des Drescherschnitts III vor Beginn der Meereisschmelze (linke Seite: Schelfeisküste)

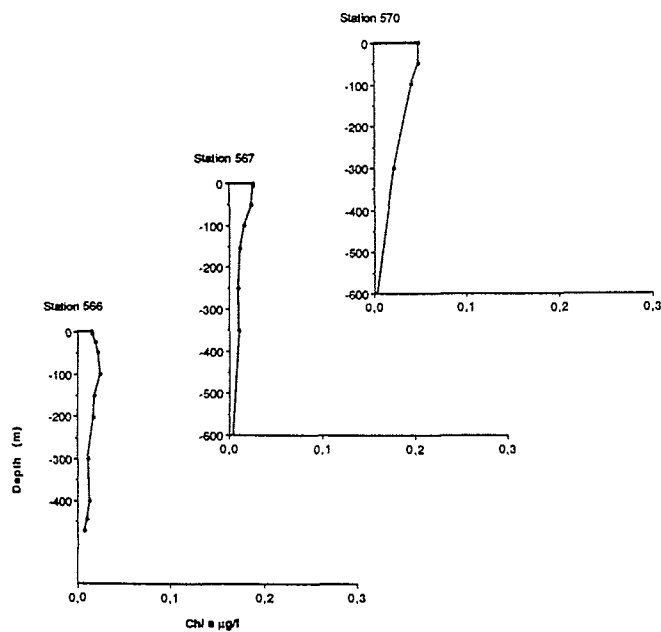


Abb. 21: Chlorophyllkonzentrationen während des Südschnitts 1 vor Beginn der Meereisschmelze (linke Seite: Schelfeisküste)

In der **südlichen Polynya** wurden auf den bis zum Boden durchmischten Schelfstationen Ende Oktober und Anfang November, d.h. vor dem Einsetzen der Schmelze, teilweise Chlorophyllkonzentrationen (bis  $0,29 \mu\text{g/l}$ ) gemessen, die den Werten auf den Drescherstationen nach Schmelzbeginn (Drescherschnitte V und VII, s.u.) entsprachen (Abb. 22). Die Stationen lagen über dem Schelf, der sich südlich von  $73^\circ 30' \text{ S}$ ,  $23^\circ \text{ W}$  bis über 100 km vor die Schelfeiskante ausdehnt. Auf den Stationen 544, 545 und 584 waren unter dem Festeis Eisplättchen akkumuliert. In dieser Plättchenschicht hatten sich große Phytoplanktonbiomassen aufgebaut. Auf den Stationen 548 und 543 wurden keine Plättchen beobachtet. Jedoch war auf der Station 548 die Unterseite des Festeises durch Algen dunkelbraun gefärbt. Station 543 lag am äußeren Rand des Schelfs an der östlichen Flanke des Filchnergrabens. Die Chlorophyllgehalte in der Wassersäule auf den plättchenfreien Stationen lagen bei  $4 \text{ mg/m}^2$  (Station 543) bzw.  $13 \text{ mg/m}^2$  (Station 548); auf den Plättcheneisstationen lagen die Gehalte bei über  $25 \text{ mg/m}^2$ . Die Verläufe der Chlorophyllprofile zeigten auf der Station 544 einen steilen und bei 543 und 548 weniger steilen Abfall nach unten. Auf der Station 545 und 584 waren die Profilverläufe unregelmäßig (Abb. 23). Die Muster der vertikalen Temperatur- und Salz- sowie Nährsalzverteilungen entsprachen nicht den Mustern der Chlorophyllverteilungen. Die erhöhten Chlorophyllgehalte und die Profilverläufe auf den Stationen mit Eisplättchen unter dem Meereis sprechen dafür, daß aus dieser Schicht verstärkt Algen in die Wassersäule einsanken. In der südlichen Polynya waren somit über dem südlichen Schelf die Chlorophyllgehalte in der Wassersäule vor Schmelzbeginn höher als in der nördlich davon gelegenen Polynya.



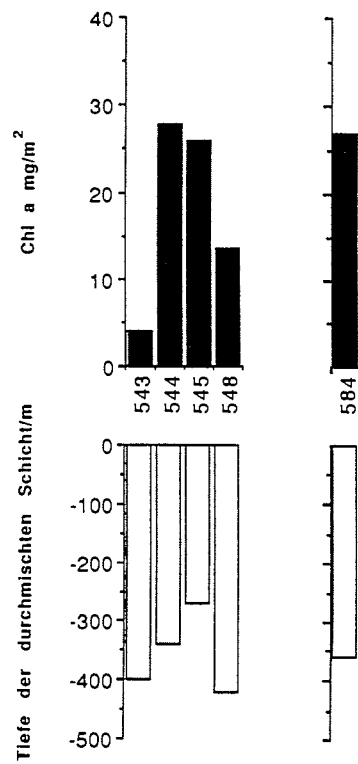


Abb. 22: Chlorophyllgehalte/m<sup>2</sup> (obere Balken) und Mächtigkeit der Oberflächenschicht (untere Balken) auf den Schelfstationen in der südlichen Küstenpolynya vor Beginn der Meereisschmelze. Station 584 wurde etwa 2 Wochen nach den anderen Stationen durchgeführt.

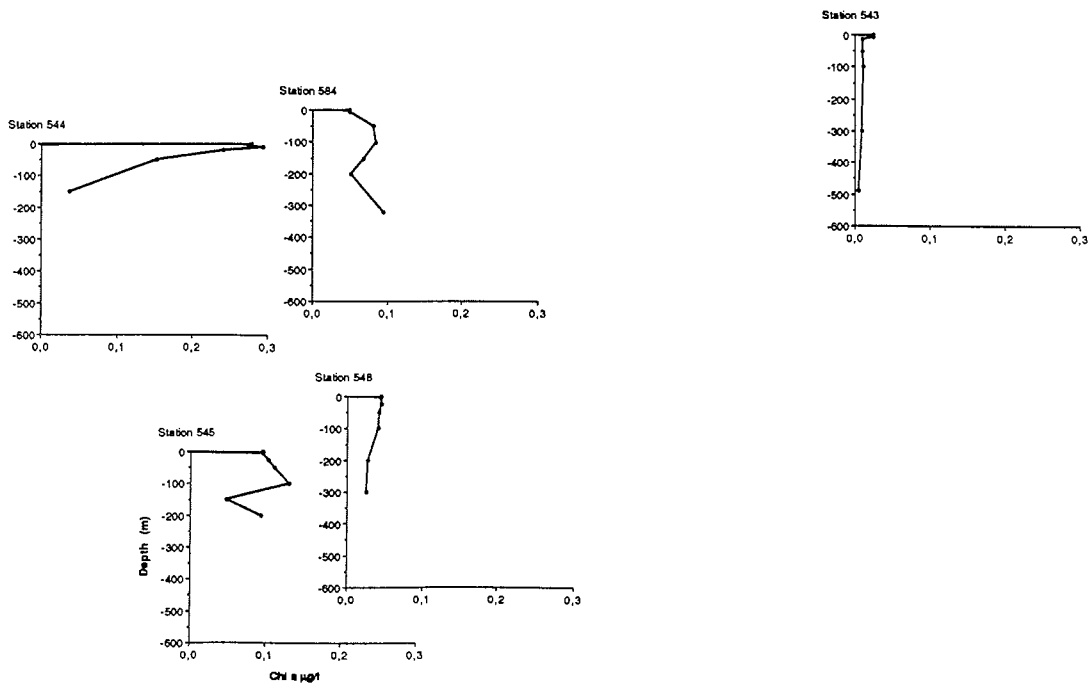
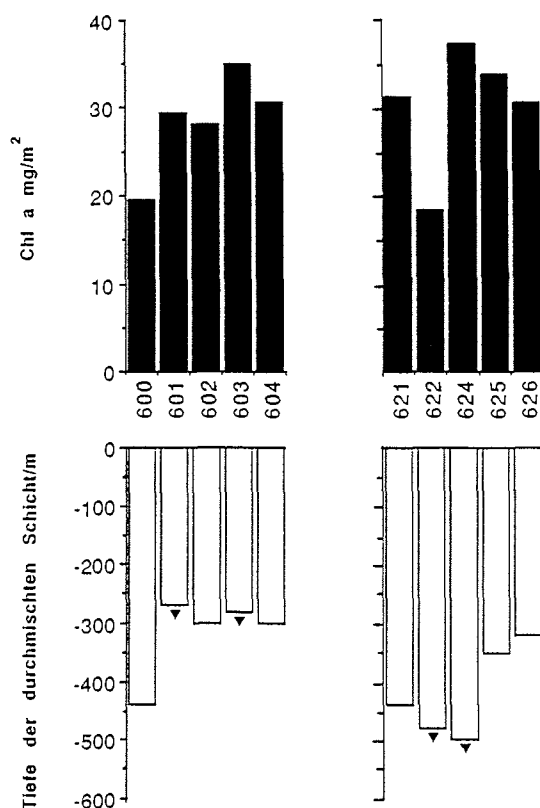


Abb. 23: Chlorophyllkonzentrationen auf den Schelfstationen in der südlichen Küstenpolynya vor Beginn der Meereisschmelze (Die geographische Lage der Stationen ist angedeutet; linke Seite Schelfeisküste)

Im Frühjahr kurz nach Einsetzen der Schmelze (Mitte November) waren vor dem **Drescher Inlet** auf den Schelf- und Hangstationen und auf den ozeanischen Stationen die Chlorophyllkonzentrationen unter der Oberfläche etwa um das Sechs- bis Achtfache und die Gehalte in der gesamten Oberflächenschicht ungefähr um das Fünffache erhöht (Abb. 24). Die Pyknoklinen befanden sich jedoch noch in den gleichen Tiefen wie vor der Meereisschmelze. Nicht nur auf dem Schelf, sondern auch auf den ozeanischen Stationen verliefen nach Frühjahrsbeginn viele Profile unregelmäßig. Bereits in mittleren Tiefen (100 bis 250 m) nahmen die Chlorophyllkonzentrationen auf dem Drescherschnitt V auf die Hälfte oder bis auf ein Drittel ab (Abb. 25). Auf dem etwa eine Woche später durchgeführten Schnitt Drescher VII waren die Konzentrationen direkt unter der Oberfläche auf dem Schelf doppelt so hoch wie auf Drescher V und auf den weiter außen gelegenen Stationen um ungefähr 50 % erhöht. Die Chlorophyllgehalte bezogen auf die gesamte Oberflächenschicht hatten jedoch nicht wesentlich zugenommen, da die Durchmischungstiefen etwas größer waren als auf den Stationen von Drescherschnitt V (Abb. 24), und die Chlorophyllkonzentrationen schon in 200 m Tiefe auf ein Drittel bis ein Viertel abnahmen (Abb. 26).



**Abb. 24:** Chlorophyllgehalte/m<sup>2</sup> in der Oberflächenschicht (obere Balken) und Mächtigkeit der Oberflächenschicht (untere Balken) während der Drescherschnitte V und VII nach Beginn der Meereisschmelze. Die Stationen, auf denen kurz unter der Pyknokline höhere Chlorophyllkonzentrationen als darunter gemessen wurden, sind mit einem ▼ markiert. (linke Seite: Schelfeisküste)

Auf dem Südschnitt 2, der wie Drescherschnitt V kurz nach Einsetzen der Schmelze durchgeführt worden war, waren die Chlorophyllkonzentrationen in den oberen Schichten gleich hoch wie in den oberen Horizonten auf den Drescher V Stationen. Die Profile verliefen im oberen Bereich ungleichmäßig und die Konzentrationen nahmen in mittleren Tiefen (70 bis 250 m) ungefähr auf ein Viertel ab (Abb. 27). Die Zunahme der Chlorophyllgehalte in der Oberflächenschicht nach Beginn der Schmelze betrug während des Südschnitt 2 weniger als das Doppelte der Gehalte auf Südschnitt 1 (Abb. 28).

Die Entwicklung der Chlorophyllgehalte in der Küstenpolynya verlief zusammengefaßt vom Spätwinter zum Frühjahr wie folgt: Im Dreschergebiet waren die Chlorophyllgehalte in der Oberflächenschicht kurz vor der Schmelze am niedrigsten, sie erhöhten sich erst nach Schmelzbeginn und blieben zunächst gleich. Etwas weiter südlich waren die Chlorophyllgehalte vor der Schmelze nicht so niedrig wie vor dem Drescher Inlet, erhöhten sich jedoch nach der Schmelze nicht sehr deutlich. In der südlichen Polynya waren die Gehalte und Profilverläufe im Spätwinter so hoch wie vor dem Drescher Inlet erst nach Frühjahrsbeginn.

Auch während des **Süd-Nord-Schnittes** Anfang Dezember durch das östliche Weddellmeer unterschieden sich die Durchmischungstiefen nicht wesentlich von den Tiefen während des Nord-Süd-Schnittes im Winter. Auf den südlichen ozeanischen Stationen waren die Chlorophyllkonzentrationen unter der Oberfläche (0,1 bis 0,19 µg/l) ungefähr dreimal und die Chlorophyllgehalte/m<sup>2</sup> in der durchmischten Schicht (ca. 10 µg/l) ungefähr doppelt so hoch wie im Spätwinter. Die Schelfrandstation 633 war bis zum Boden durchmischte. Dort waren die Chlorophyllkonzentrationen kurz unter der Oberfläche (ca. 0,16 µg/l) etwa sechszehnmals und die Chlorophyllgehalte ungefähr zehnmal so hoch (20 mg/m<sup>2</sup>) wie auf der entsprechenden Winterstation 504. Das Chlorophyll war auf diesen Stationen nicht gleichmäßig in der Oberflächenschicht verteilt, sondern die Konzentrationen nahmen nach unten hin ab (Abb. 29). Die Oberflächenkonzentrationen entsprachen den Werten, die auf dem letzten Drescherschnitt (VII) gemessen worden waren. Die Chlorophyllkonzentrationen in der oberen Wassersäule auf den Stationen im Eisrandgebiet (647-650) lagen bei ca. 0,2 µg/l. Die Gehalte waren verglichen mit den entsprechenden Stationen im Winter auf den südlichen Eisrandstationen (23 mg/m<sup>2</sup>) etwas höher und auf den nördlichen Stationen (25 und 29 mg/m<sup>2</sup>) etwas niedriger (Abb. 30; Abb. 17). Die nördlichste Station 487 wird bei diesem Vergleich nicht miteinbezogen, da sie nicht im Weddellwirbel lag. Die Gestalt der Profile wurde zum eisfreien Wasser hin zusehends unregelmäßiger mit jeweils einem Richtung Norden immer tiefergelegenen Chlorophyllmaximum auf den drei letzten Eiskantenstationen (Abb. 29). Dieses Chlorophyllmaximum lag jeweils kurz über der unteren Grenze der vom Schmelzwasser beeinflussten oberen Wasserschicht. Im Frühjahr hatten insgesamt betrachtet die Chlorophyllgehalte im südöstlichen Weddellwirbel zugenommen, im Eiskantengebiet waren sie jedoch ungefähr gleich geblieben. Die südlichen Stationen der nördlichen Wirbelflanke waren nach der Schmelze nicht beprobt worden, deshalb können über die Biomasseentwicklungen in diesem Gebiet keine Aussagen getroffen werden.

Auf einigen Stationen wurden gleich unter der Pyknokline höhere Chlorophyllkonzentrationen als tiefer im WDW gemessen. Auf den Abbildungen 17, 18, 28 und 30 sind diese Stationen mit einem ▼ markiert. Auf beiden Schnitten durch das östliche Weddellmeer und im Küstenpolynyagebiet auf den Schnitten Drescher III, V und VII sedimentierten offensichtlich Algen aus der Oberflächenschicht in das tiefere Wasser.

Nach Frühjahrsbeginn wurden Mitte November hohe Chlorophyllkonzentrationen im **schmelzenden Eis** vor dem Drescher Inlet beobachtet; die Schollen waren hell- bis mittelgrünbraun gefärbt. Dort hatte die Eiserosion erst einige Tage vorher eingesetzt. Im Packeisgebiet des östlichen Weddellmeeres waren die Eisschollen durch Algenwachstum dunkelgrünbraun und die Schneeaufgabe gelb gefärbt. Der Schmelzprozeß hatte in diesem Gebiet etwa drei Wochen vor der Durchquerung Anfang Dezember begonnen (Kapitel 3.1.1.1). Vermehrtes Algenwachstum im schmelzenden Eis hatte dort bereits über einen längeren Zeitraum stattgefunden.

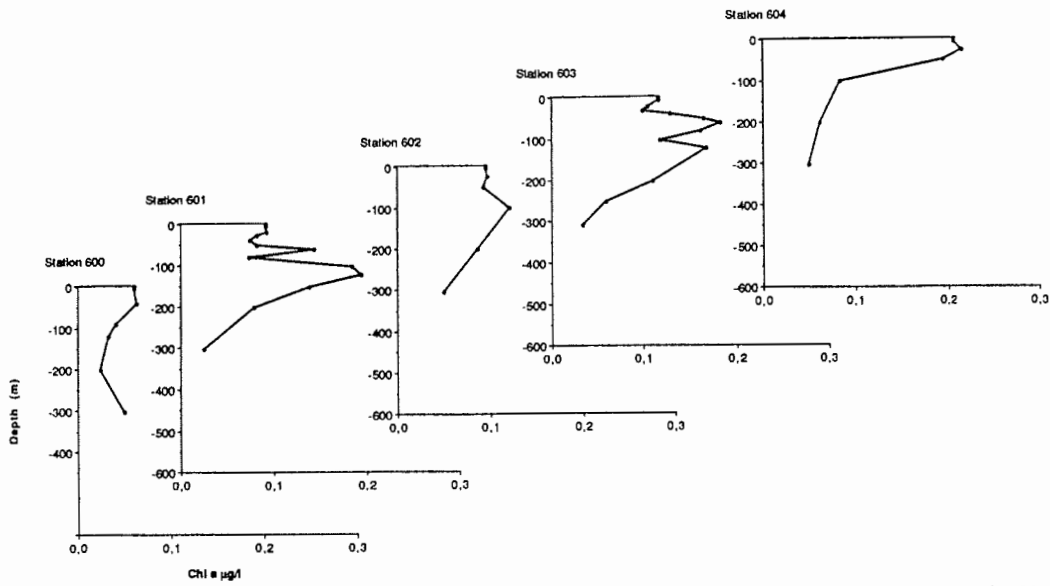


Abb. 25: Chlorophyllkonzentrationen während des Drescherschnitts V nach Beginn der Meereisschmelze (linke Seite: Schelfeisküste)

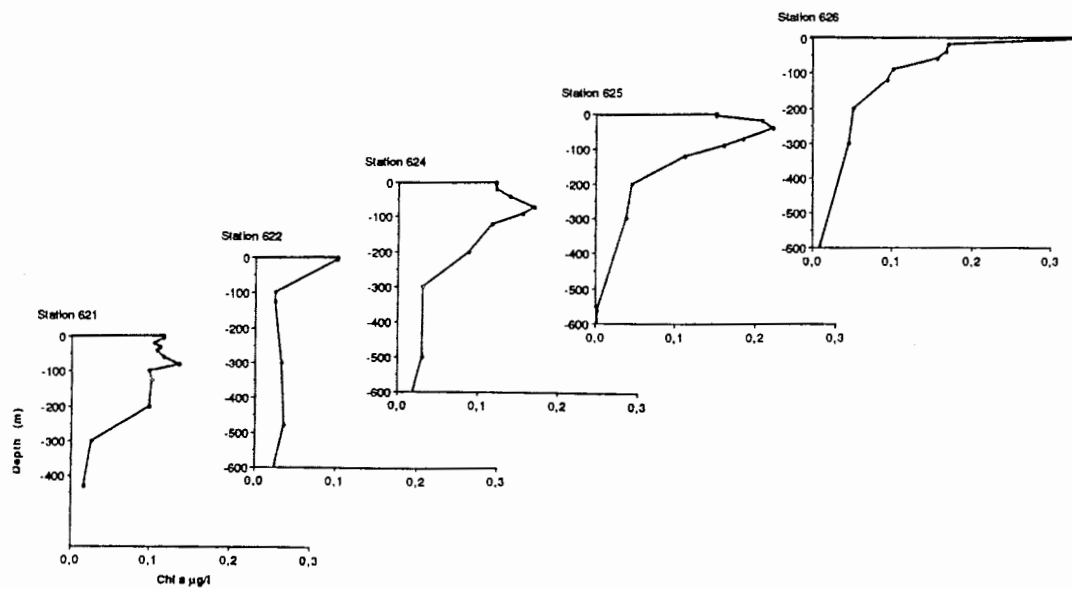


Abb. 26: Chlorophyllkonzentrationen während des Drescherschnitts VII nach Beginn der Meereisschmelze (linke Seite: Schelfeisküste)

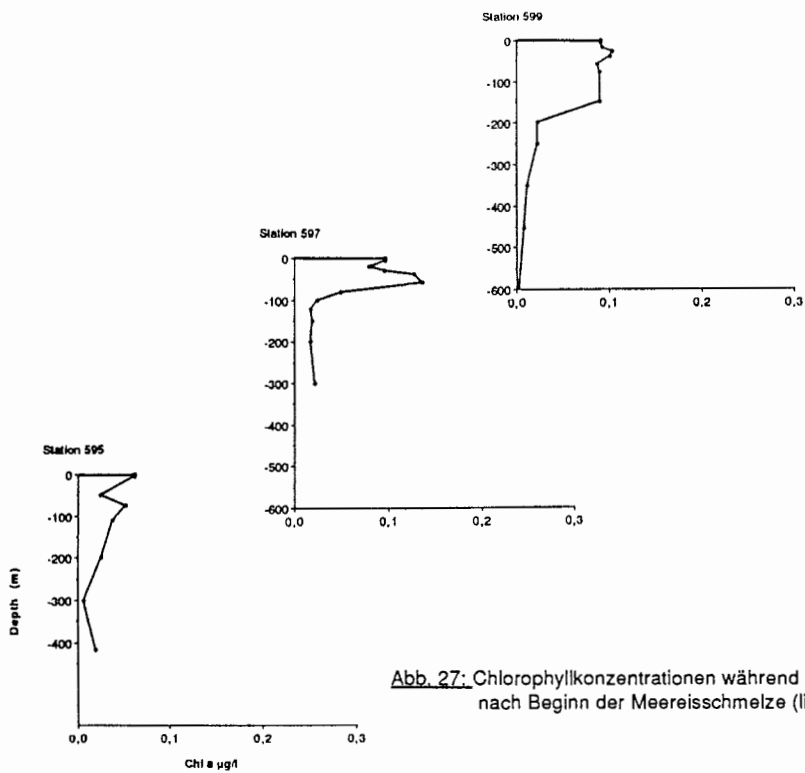


Abb. 27: Chlorophyllkonzentrationen während des Südschnitts 2 nach Beginn der Meereisschmelze (linke Seite: Schelfeisküste)

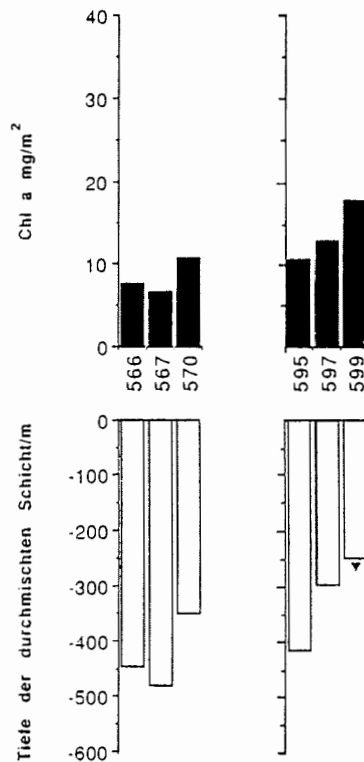


Abb. 28: Chlorophyllgehalte/m<sup>2</sup> in der Oberflächenschicht (obere Balken) und Mächtigkeit der Oberflächenschicht (untere Balken) während der Südschnitte 1 und 2 vor und nach Beginn der Meereisschmelze. Die Station, auf der kurz unter der Pyknokline höhere Chlorophyllkonzentrationen als darunter gemessen wurde, ist mit einem ▼ markiert. (linke Seite: Schelfeisküste)

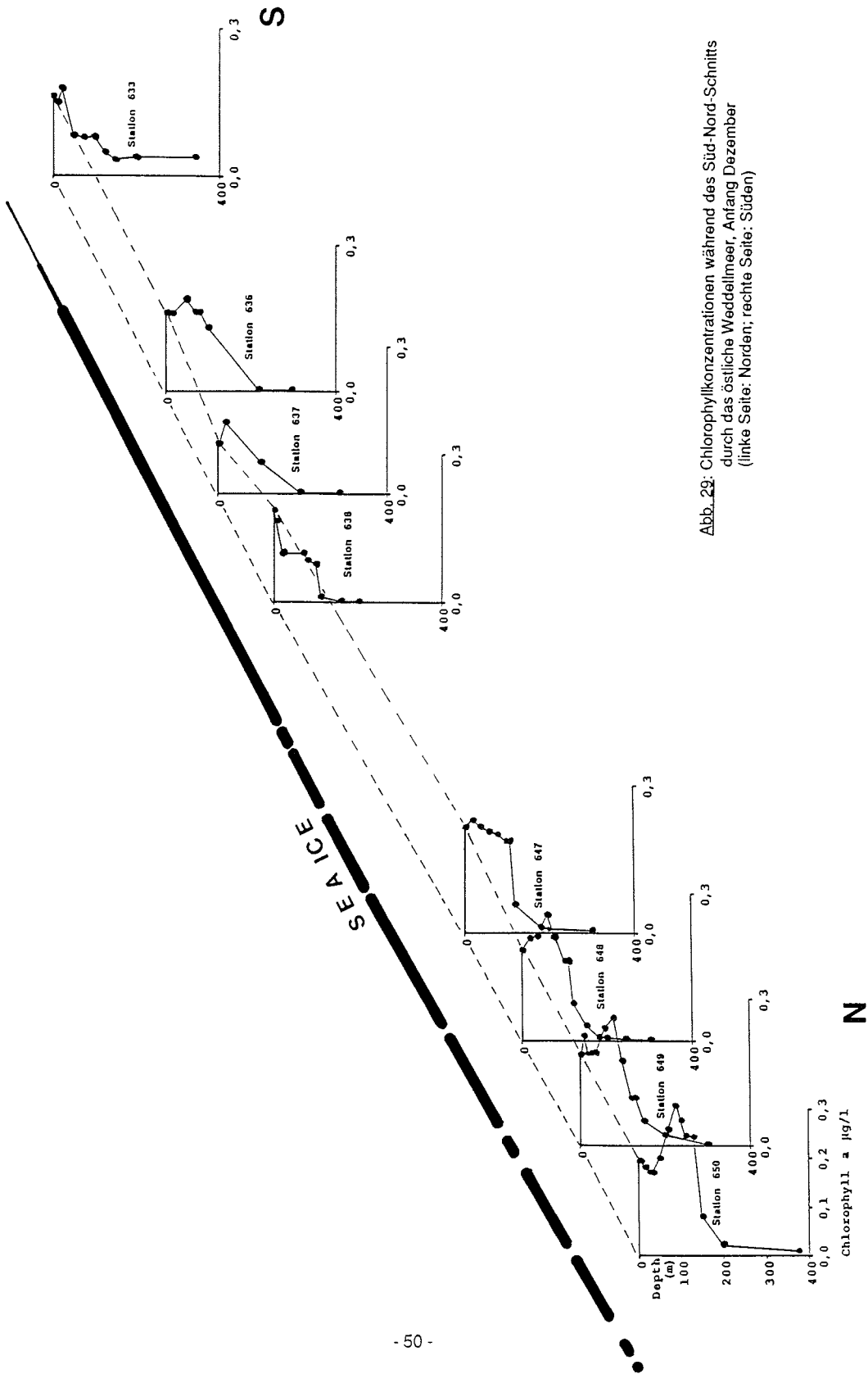


Abb. 29: Chlorophyllkonzentrationen während des Süd-Nord-Schnitts durch das östliche Weddellmeer, Anfang Dezember (linke Seite: Norden; rechte Seite: Süden)

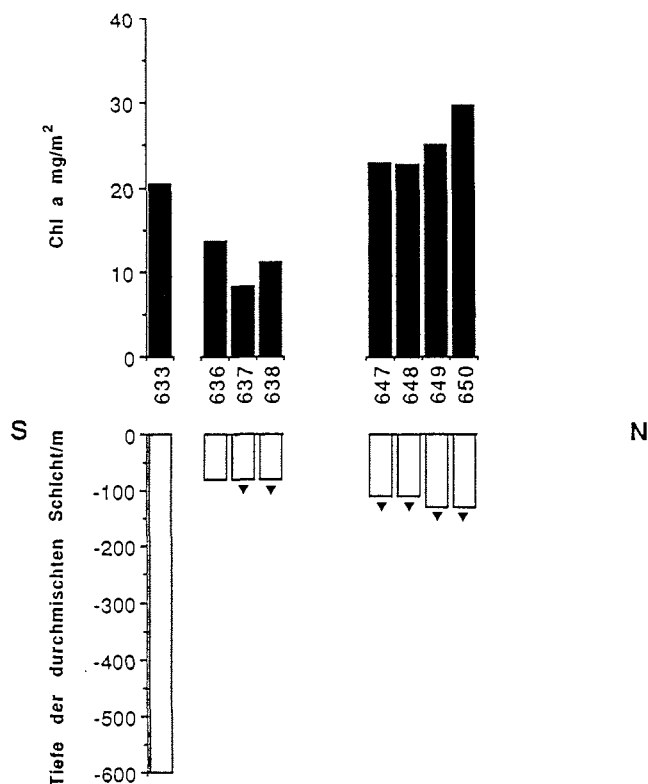


Abb. 30: Chlorophyllgehalte/m<sup>2</sup> in der Oberflächenschicht (obere Balken) und Mächtigkeit der Oberflächenschicht (untere Balken) während des Süd-Nord-Schnitts durch das östliche Weddellmeer, Anfang Dezember. Die Stationen, auf denen kurz unter der Pycnokline höhere Chlorophyllkonzentrationen als darunter gemessen wurden, sind mit einem ▼ markiert. (linke Seite: Süden; rechte Seite: Norden)

### 3.1.2.2 Gehalte an partikulärer organischer Substanz

Der Gehalt an partikulärem organischem Kohlenstoff (POC) in der durchmischten Oberflächenschicht betrug 20 g/m<sup>2</sup> auf der nördlichsten Station des **Nord-Süd-Schnittes** (487); auf der folgenden im Weddellwirbel gelegenen Station (489) nahm der Gehalt entsprechend der Chlorophyllabnahme auf 8 g/m<sup>2</sup> ab. Auf der südlichsten Station (504) wurde ungefähr ein Fünftel, bzw. die Hälfte der POC Gehalte der ersten beiden Stationen gemessen. Die POC - und PON (partikulärer organischer Stickstoff) Konzentrationen nahmen von ca. 50 bzw. 6 µg/l auf Station 489 auf ca. 12 bzw. 1 µg/l auf Station 504 ab. Die POC/PON Gewichtsverhältnisse und auch die POC/Chlorophyll *a* Gewichtsverhältnisse in der Oberflächenschicht schwankten auf diesem Schnitt von Station zu Station und auch innerhalb der Vertikalprofile der einzelnen Stationen deutlich. Die POC/PON Verhältnisse lagen ungefähr zwischen 7 und 15. Die POC/Chlorophyll *a* Verhältnisse lagen etwa zwischen 150 und 700 auf den nördlichen und mittleren Stationen und bei 800 bis weit über 1000 auf den südlichen Stationen.

Im Gebiet der **südöstlichen Küstenpolynya** lagen im Winter die POC - und PON Konzentrationen bei 10 bis 30 µg/l bzw. bei 2 bis 6 µg/l. Auch auf den Drescher Schnitten I und II schwankten die POC/PON Verhältnisse stark: die POC/PON Verhältnisse lagen zwischen 7 und 12. Die POC/Chlorophyll *a* Verhältnisse lagen auf den küstennahen Stationen weit über

1000 und auf den küstenferneren Stationen ungefähr bei 500. Ab den Stationen des Drescherschnittes III und Station 570 (ozeanische Station Südschnitt 1) schwankten die POC - und PON Konzentrationen weniger, die POC/PON und POC/Chlorophyll *a* Verhältnisse lagen zwischen 6 und 8 bzw. um 1000.

Auf den Schelfstationen in der **südlichen Polynya** betragen die POC - und PON Konzentrationen 15 bis 25 µg/l bzw. 2 bis 3 µg/l. Die POC/PON Verhältnisse lagen zwischen 6 und 8. Die POC/Chlorophyll *a* Verhältnisse lagen auf Station 543 bei 1500, auf Station 548 bei 300 bis 400, auf Station 584 bei 300 und auf den Stationen 544 und 545 bei 100.

Nach Frühjahrsbeginn lagen im **südöstlichen Polynya**gebiet auf den Stationen des Südschnittes 2 und des Drescherschnittes V die POC - und PON Konzentrationen bei 10 bis 40 µg/l bzw. 2 bis 7 µg/l. Die POC/PON Verhältnisse lagen zwischen 5 und 7 bzw. 5 und 6 und die POC/Chlorophyll *a* Verhältnisse auf beiden Schnitten zwischen 150 und 400. Während des Drescherschnittes VII lagen in der Oberflächenschicht die POC Konzentrationen bei ca. 15 µg/l, die PON Konzentrationen bei ca. 3 µg/l, die POC/PON Verhältnisse bei 4 bis 5,5 und die POC/Chlorophyll *a* Verhältnisse bei 80 bis 200.

Auf dem **Süd-Nord-Schnitt** Anfang Dezember lagen die POC - und PON Konzentrationen im südöstlichen Weddellmeer bei 20 µg/l bzw. 4 µg/l und im nördöstlichen Weddellmeer bei 40 bis 50 µg/l bzw. 7 bis 8 µg/l. Die POC - und PON Konzentrationen schwankten auf diesem Schnitt etwas, jedoch nicht so sehr wie auf dem Hinweg. Die POC/PON und POC/Chlorophyll *a* Verhältnisse lagen bei 4,5 bis 7,5, bzw. zwischen 150 und 250.

Im **WDW** wurde nur auf den Stationen des Nord-Süd-Schnittes im Winter eine leichte Zunahme der POC/PON Verhältnisse im Vergleich zu den Werten in der Oberflächenschicht gemessen. Auf allen anderen Stationen konnten keine deutlichen Zunahmen in der Tiefe beobachtet werden; die Verhältnisse waren ähnlich wie in der Oberflächenschicht. Die POC/Chlorophyll *a* Verhältnisse stiegen im **WDW** deutlich an, da die POC - und PON Konzentrationen im Winter zur Tiefe gar nicht oder nur um ein Drittel und nach Frühjahrsbeginn um ein Drittel bis um die Hälfte abnahmen.

Nach Einsetzen der Schmelze Mitte November konnte kein wesentlicher Anstieg von POC in der Oberflächenschicht beobachtet werden. Die PON Konzentrationen nahmen relativ etwas stärker zu, dies hatte eine Verringerung der POC/PON Verhältnisse zur Folge. Die POC/Chlorophyll *a* Verhältnisse nahmen zum Frühling hin deutlich ab, da die Chlorophyllkonzentrationen im Wasser verhältnismäßig steiler anstiegen. Die sich entwickelnden Muster der vertikalen und horizontalen Chlorophyllverteilung waren im Frühjahr nicht oder kaum in den Mustern der POC Verteilung wiederzuerkennen, da das nach Schmelzbeginn neu in der Wassersäule auftretende POC durch die relativ hohen Hintergrundwerte maskiert wurde.

### 3.2 Die physikalischen und chemischen Bedingungen und Biomassenverhältnisse in der Untereiswasserschicht

Die Wasserschicht direkt unter dem Eis wurde bis zur Tiefe von 1 bis 1,5 m in Dezimeter- bzw. Zentimeterabständen untersucht. Die Lage der beprobten Stationen und die Meereisbedingungen sollen zuerst vorgestellt werden, danach wird auf die Temperatur und Salzgehalte, auf die Nährsalzgehalte und anschließend auf die Chlorophyll- sowie POC - und PON Gehalte eingegangen.

#### 3.2.1 Die Lage der Untereisstationen

Während der Expedition wurden auf 15 Stationen 22 Untereisprofile gewonnen. Nach der Lage der Stationen können fünf Gruppen unterteilt werden (Abb. 2, Kapitel 2.2). Die Beprobung der sechs Untereisstationen im südlichen Teil der Polynya wurde in der ersten Novemberhälfte durchgeführt; alle Stationen lagen über dem Kontinentalschelf. Vier davon lagen bei 76 bis 75° S und 28 bis 26° W (**Gruppe 1**); zwei Stationen lagen bei 74° S, 22° W (**Gruppe 2**). Die



Stationen der **Gruppe 1** lagen über dem breiten Schelf und auf allen Stationen wurden Eisplättchen unter der Oberfläche angetroffen. Im nördlich davon gelegenen Gebiet der **Gruppe 2** ist der Schelf etwas schmaler und Eisplättchen wurden nur auf einer Station (592) beobachtet. In der Polynya vor dem Drescher Inlet lagen über dem unteren Hangbereich vier Untereisstationen (**Gruppe 3**). Eine Station dieser Gruppe (581) wurde am 8. November vor Einsetzen der Meereisschmelze, die anderen drei Stationen wurden im letzten Novemberdrittel - nach Schmelzbeginn - durchgeführt. Die Untereisprofile der **4. Gruppe** wurden ebenfalls im letzten Novemberdrittel über dem Schelf im Drescher Inlet aufgenommen. Dort waren im inneren Teil des Inlets bis zu fünf Meter dicke Schichten von Plättcheneis unter dem Festeis akkumuliert; unter den Probenahmestellen war die Plättchenschicht nur etwa 0,5 m dick. Die beprobten Vertikalprofile der **5. Gruppe** lagen bei 70,5 bis 67,5° S auf den ersten Stationen des Süd-Nord-Schnittes durch das Packeis Ende November. Station 633 lag am Rand des Kontinentalschelfes im Küstenstrom, die anderen Stationen lagen im ozeanischen Bereich im Weddellwirbel. Die Tabelle 1 b (Kapitel 2.2) gibt eine Übersicht über die Untereisstationen und die durchgeführten Messungen.

#### 3.2.1.1 Temperatur und Salzgehalte

Temperaturmessungen konnten nur bei wenigen Stationen durchgeführt werden: Auf der Station 587 (**Gruppe 1**) lagen die Temperaturen in der Untereisschicht um 0,06° C niedriger als in der freien Wassersäule. Die auf den Stationen der **Gruppen 4** und **5** durchgeführten Messungen zeigten in einigen Profilen Temperaturunterschiede innerhalb der Profile bzw. zur freien Wassersäule von nur einigen tausendstel Grad Celsius.

Auf den Stationen der **Gruppe 1** wurden auf zwei Stationen (584 und 587) in Relation zu den Konzentrationen in der freien Wassersäule etwas erniedrigte bzw. deutlich erniedrigte Salzgehalte ( $\Delta$  0,1‰ bzw.  $\Delta$  0,8 ‰) in den obersten Dezimetern in der Plättcheneisschicht, die unter dem festen Meereis lag, gemessen (Abb. 31). Darunter stiegen die Werte auf die Salzgehalte der Wassersäule an. Auf der Station 612 (**Gruppe 3**) wurde eine ganz geringe Salzgehaltserniedrigung ( $\Delta$  0,01‰) direkt unter dem Eis gemessen. Im Drescher Inlet (**Gruppe 4**) waren die Salzgehalte unter dem Festeis in der Plättcheneisschicht um 0,1 bis 0,2 ‰ erniedrigt. Auf der Station 637 (**Gruppe 5**) lagen die Salzgehalte unter dem Eis ca. 0,05 ‰ niedriger als in der Wassersäule. Deutlich niedrigere Salzgehalte unter dem Eis wurden demzufolge vor und auch nach Schmelzbeginn nur auf Stationen mit Plättcheneis gemessen.

#### 3.2.1.2 Nährsalzgehalte

Die Nährsalzkonzentrationen auf den südlichen Stationen (**Gruppe 1**) waren so hoch wie in der Wassersäule, außer auf den Stationen 584, 587 und 585. Auf den Stationen 584 und 587 lagen die Nitratkonzentrationen in den obersten Dezimetern unterhalb der Nachweisgrenze, die Phosphatkonzentrationen waren um ca. 90 % und die Silikatkonzentrationen um ein Drittel erniedrigt. Auf der Station 585 waren direkt unter dem Eis die Nitrat- und Phosphatkonzentrationen um ca. 10 % und die Silikatkonzentrationen um 7 % erniedrigt (Abb. 31). Darunter stiegen die Konzentrationen auf allen Stationen auf Werte wie in der Wassersäule in diesem Gebiet an. Auf den Stationen der **Gruppe 2** lagen die Nitratkonzentrationen bei 33 bzw. 32  $\mu\text{mol/l}$ , die anderen Nährsalzkonzentrationen waren so hoch wie in der Wassersäule. Auf den beiden Stationen der **Gruppe 3** (nur für Station 581 und 612/1 liegen Werte vor) lagen die Nährsalzkonzentrationen so hoch wie in der Wassersäule. Im Drescher Inlet (**Gruppe 4**) waren die Nährsalzkonzentrationen in den oberen Dezimetern deutlich - auf ein Halb bis auf ein Viertel der Konzentrationen in der darunterliegenden Wassersäule - erniedrigt. Die Abnahmen waren auf diesen Stationen bei Nitrat, Phosphat und Silikat in den einzelnen Horizonten unregelmäßig. Nitraterschöpfung wurde bei keinem der drei Profile gemessen. Für die Stationen zu Beginn des Süd-Nord-Schnittes (**Gruppe 5**) liegen nur Messungen für Station 636/2 und 637 vor. Die Nährsalzkonzentrationen lagen dort unter dem Eis ca. 4 % niedriger als in den darunterliegenden Wassersäulen. Auch die Nährsalzkonzentrationen waren in der Untereiswasserschicht nur auf Stationen mit Plättcheneis deutlich erniedrigt.

### 3.2.1.3 Chlorophyllgehalte

Die Chlorophyllkonzentrationen waren in der Untereiswasserschicht auf einigen Stationen in der südlichen Polynya (**Gruppe 1**) etwas oder deutlich erhöht. Auf Station 585 und Station 591/3 wurden direkt unter dem Festeis 7,5 bzw. 1,3 µg Chlorophyll/l gemessen (Abb. 31, Abb. 32). Auf der Station 585 waren unter dem Eis auch die Nährsalzkonzentrationen erniedrigt. Jedoch fehlten nur etwa zwei Drittel der Nährsalzmenge, die zum Aufbau des in dieser Schicht gemessenen Chlorophylls benötigt worden wäre, wenn die von Nöthig (1988) in Versuchen und in eigenen Versuchen (unveröff.) im Weddellmeer ermittelten Konversionsfaktoren von Nitrat zu Chlorophyll zugrunde gelegt werden. In den folgenden Horizonten fielen die Chlorophyllkonzentrationen ab, waren jedoch auf der Station 585 noch zehn Mal so hoch wie die Konzentrationen in der Wassersäule in diesem Gebiet (ca. 0,08 µg/l auf Station 584). In der Untereissschicht auf den Stationen 584 und 587 waren die Chlorophyllkonzentrationen besonders hoch, jedoch lagen die Chlorophyllmaxima von 18,6 bzw. 35,8 µg/l nicht direkt unter dem Eis, sondern einige Dezimeter darunter (Abb. 31). Die Muster der Nährsalzverteilungen verliefen nicht reziprok den Mustern der Chlorophyllverteilung. Die Schichten der Nitraterschöpfung lagen auf beiden Stationen direkt unter dem Eis und fielen deshalb nicht mit den Chlorophyllmaxima, die in den unteren Bereichen der Plättcheneissschicht lagen, zusammen (Abb. 31). Auf beiden Stationen entsprachen die Gesamtchlorophyllgehalte in der Plättcheneissschicht nicht den dort fehlenden Nährsalzmengen, sondern nur ungefähr ein Viertel (Station 584) bzw. die Hälfte (Station 587) der zu erwartenden Biomasse wurden gemessen. Die Carotinoid/Chlorophyll  $\alpha$  Verhältnisse der Algen lagen in den nitratverarmten Schichten höher (Abb. 31). Die Chlorophyllkonzentrationen in der Untereiswasserschicht, der Profile 1 und 2 auf Station 591 unterschieden sich nicht von den Konzentrationen in der freien Wassersäule (Abb. 32).

Auf der Station 592 (**Gruppe 2**) war eine Plättcheneissschicht unter dem Festeis vorhanden. Dort wurden direkt unter dem Eis 22 µg Chlorophyll/l gemessen (Abb. 33). Im Meter darunter fielen die Konzentrationen auf das acht-, drei-, und dann zweifache der Wassersäulenkonzentrationen ab. Die Nährsalzkonzentrationen waren auf dieser Station nicht erniedrigt, in der Schicht der höchsten Chlorophyllkonzentration war der Nitratgehalt mit 34 µmol/l sogar ungewöhnlich hoch. Auf der zweiten plättchenfreien Station dieser Gruppe (Station 594, Abb. 33) lagen die Chlorophyllkonzentrationen gleich unter dem Eis ca. zwei bis drei Mal (Station 594/1), bzw. fünf Mal (Station 594/2) und darunter genauso hoch wie in der oberen Wassersäule. Die Maxima lagen beim ersten Untereisprofil nicht direkt unter dem Eis. Auch auf dieser Station wurden die Chlorophyllkonzentrationen nicht in den Nährsalzkonzentrationen und -verteilungen reflektiert.

Station 581 der **Gruppe 3** wurde ungefähr eine Woche vor dem Einsetzen der Meereisschmelze durchgeführt. Dort wurde unter dem Eis ungefähr vier mal so viel Chlorophyll (0,07 µg/l), wie in der oberen Wassersäule zu dieser Zeit vorhanden war, gemessen (Abb. 34). Diese Konzentrationen entsprachen etwa der Hälfte der Chlorophyllkonzentrationen, die in diesem Gebiet nach Beginn der Eisschmelze in der Wassersäule gemessen wurden. Auf den anderen nach Schmelzbeginn durchgeführten Untereisstationen dieser Gruppe waren die Chlorophyllkonzentrationen gleich oder bis drei Mal so hoch wie die Konzentrationen in der darunterliegenden Wassersäule zur selben Zeit (Abb. 34).

Die Chlorophyllkonzentrationen in der Wassersäule vor dem Festeis des Drescher Inlets (**Gruppe 4**) betragen zur Zeit der Untereisprobennahme ca. 0,1 µg/l (Station 621). Auf den drei Stationen im Drescher Inlet betragen die Chlorophyllkonzentrationen des Wassers in der Plättcheneissschicht direkt unter dem Eis 38, 65 bzw. 22 µg/l. Im letzten Profil wurde in 70 cm Tiefe ein zweites Maximum von 22 µg/l gemessen (Abb. 35). Darunter fielen die Konzentrationen stark ab, bis ungefähr auf Werte wie in der Wassersäule. Die Horizonte verminderter Nährsalzkonzentrationen fielen nur ungefähr mit den vertikalen Chlorophyllverteilungsmustern zusammen, entsprachen jedoch von den fehlenden Mengen ungefähr der aufgebauten Biomasse.

Auf den Stationen der **Gruppe 5** waren die Chlorophyllkonzentrationen (ca. 0,15 µg/l) direkt unter dem Meereis genauso hoch wie in der darunterliegenden Wassersäule (Abb. 36).

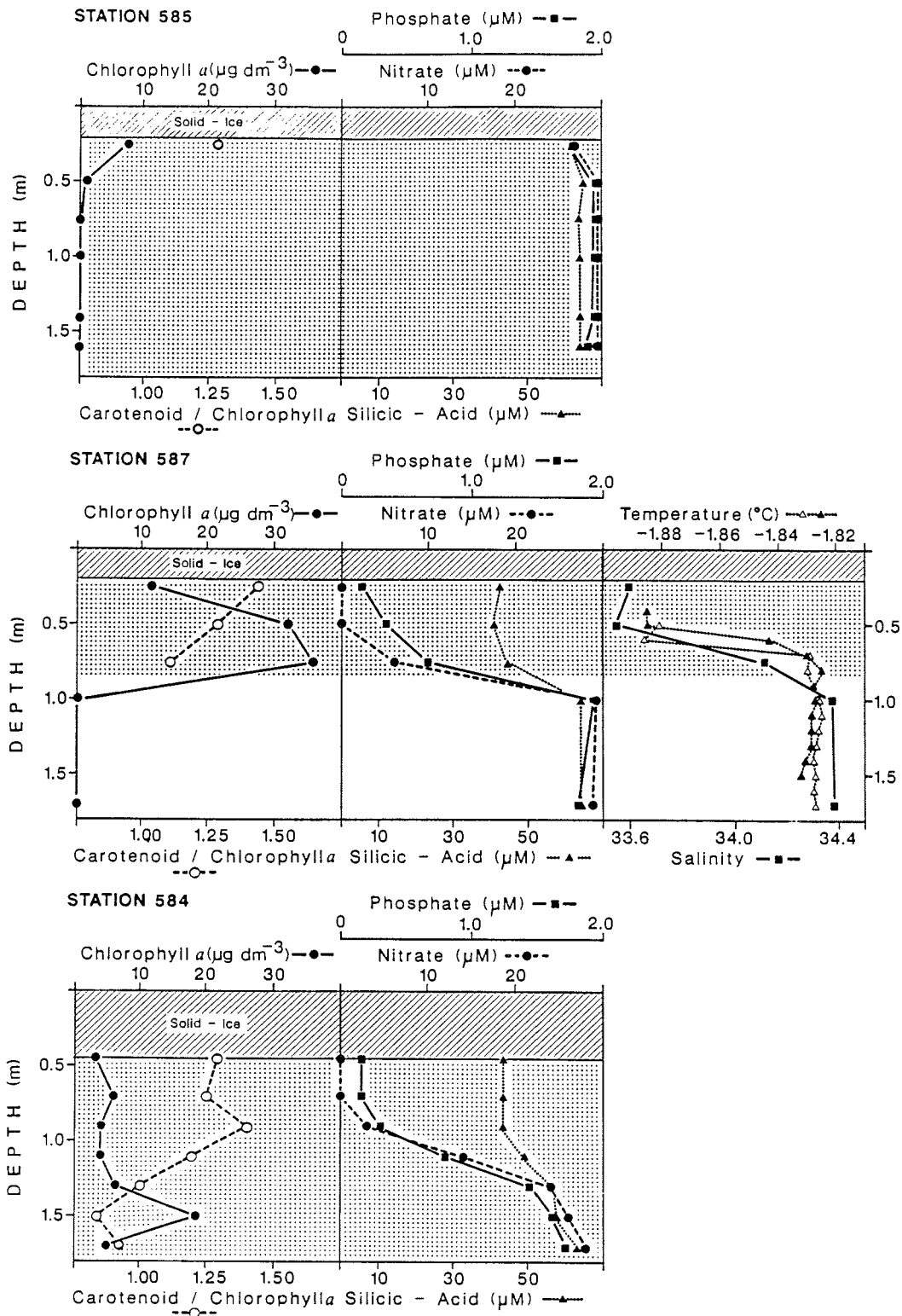
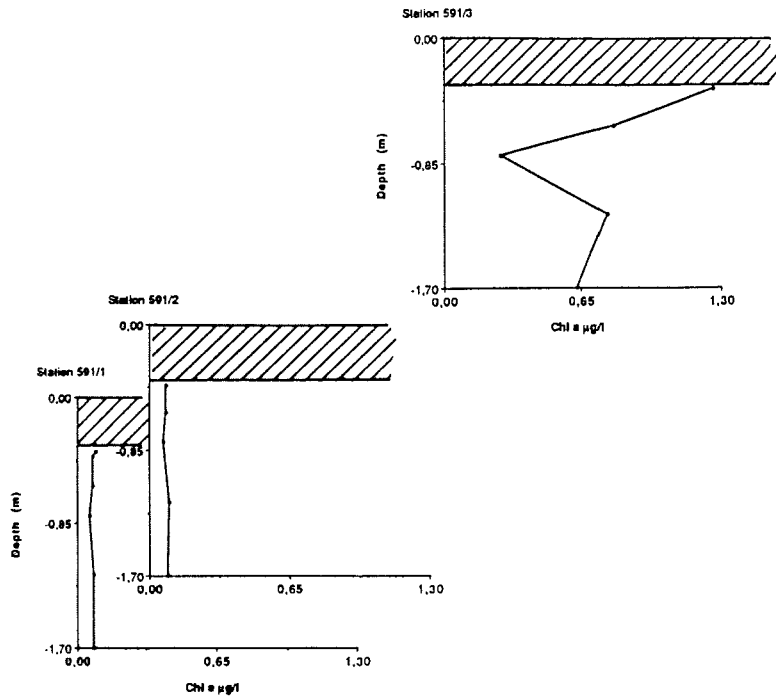
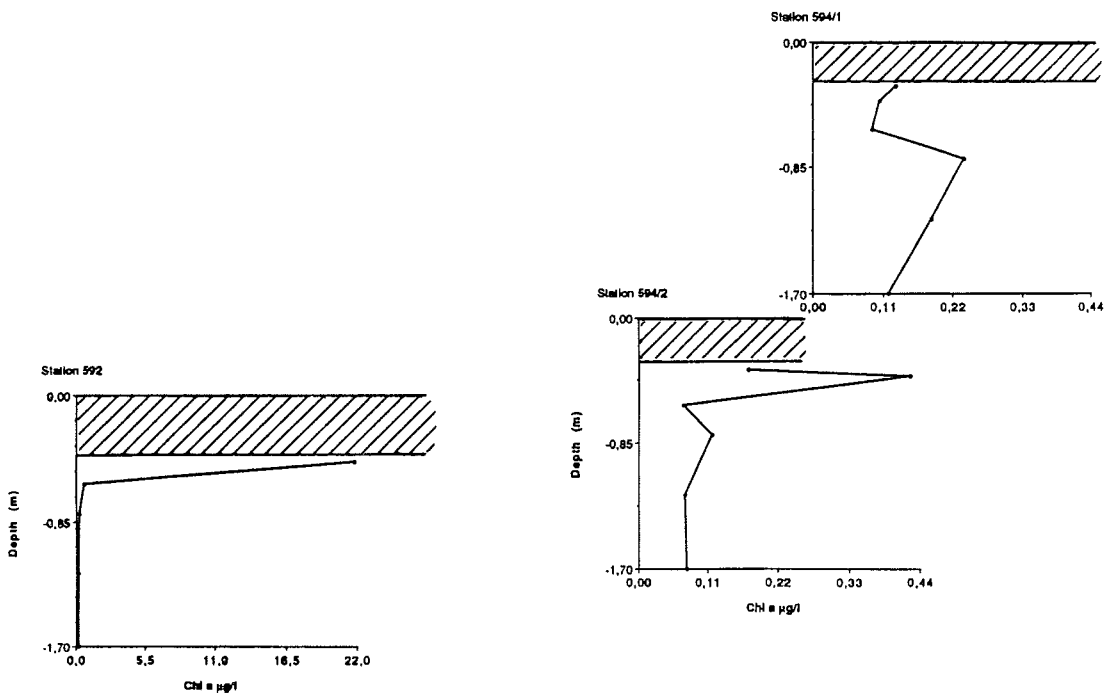


Abb. 31: Chlorophyll- und Nährsalzkonzentrationen in der Untereiswasserschicht in der südlichen Küstenpolynya auf den Stationen 584, 585 und 587 aus der Gruppe 1; sowie Temperatur- und Salzgehaltsprofile auf der Station 587. (Die gepunkteten Flächen deuten die Plättcheneisschicht an; aus Smetacek et al. Ms.)



**Abb. 32:** Chlorophyllkonzentrationen in der Untereiswasserschicht in der südlichen Küstenpolynya auf den Stationen der Gruppe 1: 591/1, 591/2 und 591/3. Auf allen Stationen befand sich unter dem Festeis eine Plättcheneisschicht. (Die geographische Lage der Stationen ist angedeutet; rechte Seite Schelfeisküste)



**Abb. 33:** Chlorophyllkonzentrationen in der Untereiswasserschicht in der südlichen Küstenpolynya auf den Stationen der Gruppe 2: 592, 594/1 und 594/2. Auf der Station 592 befand sich unter dem Festeis eine Plättcheneisschicht. (Die geographische Lage der Stationen ist angedeutet; rechte Seite Schelfeisküste)

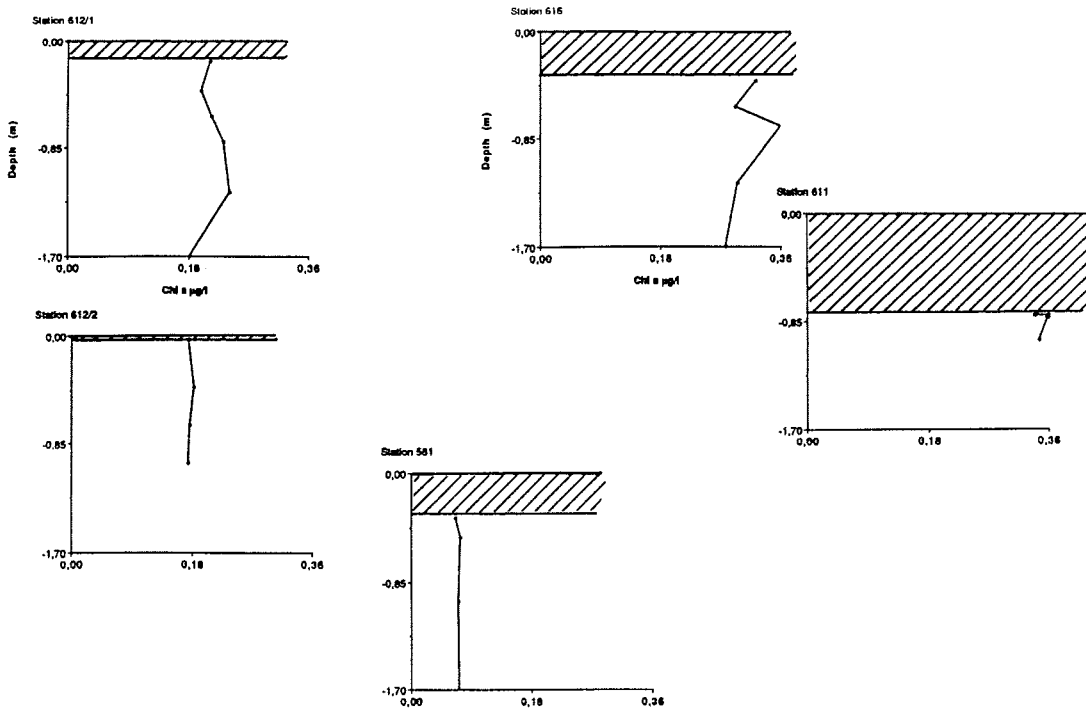


Abb. 34: Chlorophyllkonzentrationen in der Untereiswasserschicht in der südöstlichen Küstenpolynya auf den Stationen der Gruppe 3: 581, 611, 612/1, 612/2 und 616. Station 581 wurde vor Schmelzbeginn durchgeführt. (Die geographische Lage der Stationen ist angedeutet; rechte Seite Schelfeisküste)

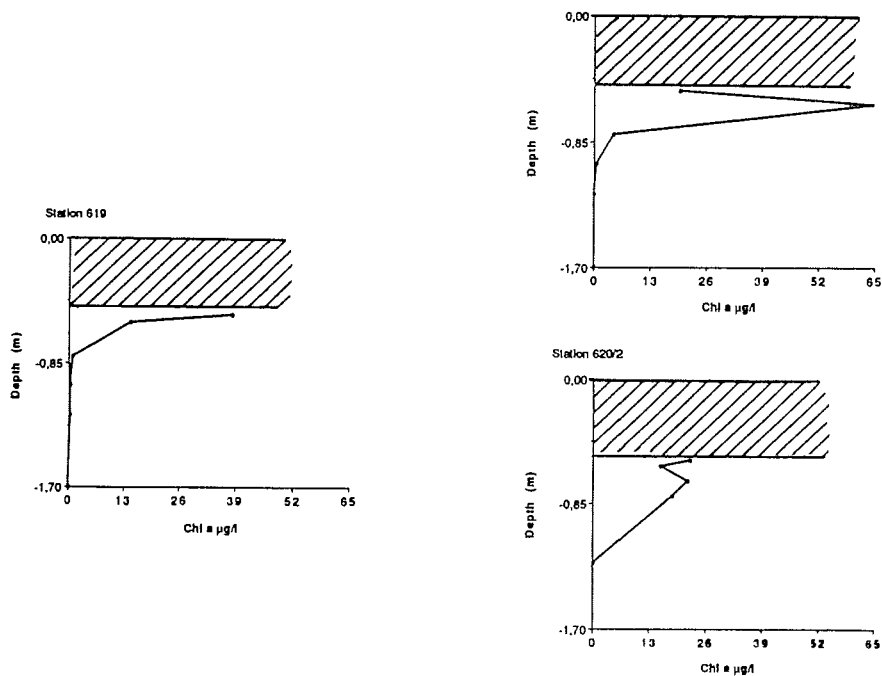


Abb. 35: Chlorophyllkonzentrationen in der Untereiswasserschicht in der südöstlichen Küstenpolynya im Drescher Inlet auf den Stationen der Gruppe 4: 619, 620/1 und 620/2. Auf allen Stationen befand sich unter dem Festeis eine Plättcheneisschicht.

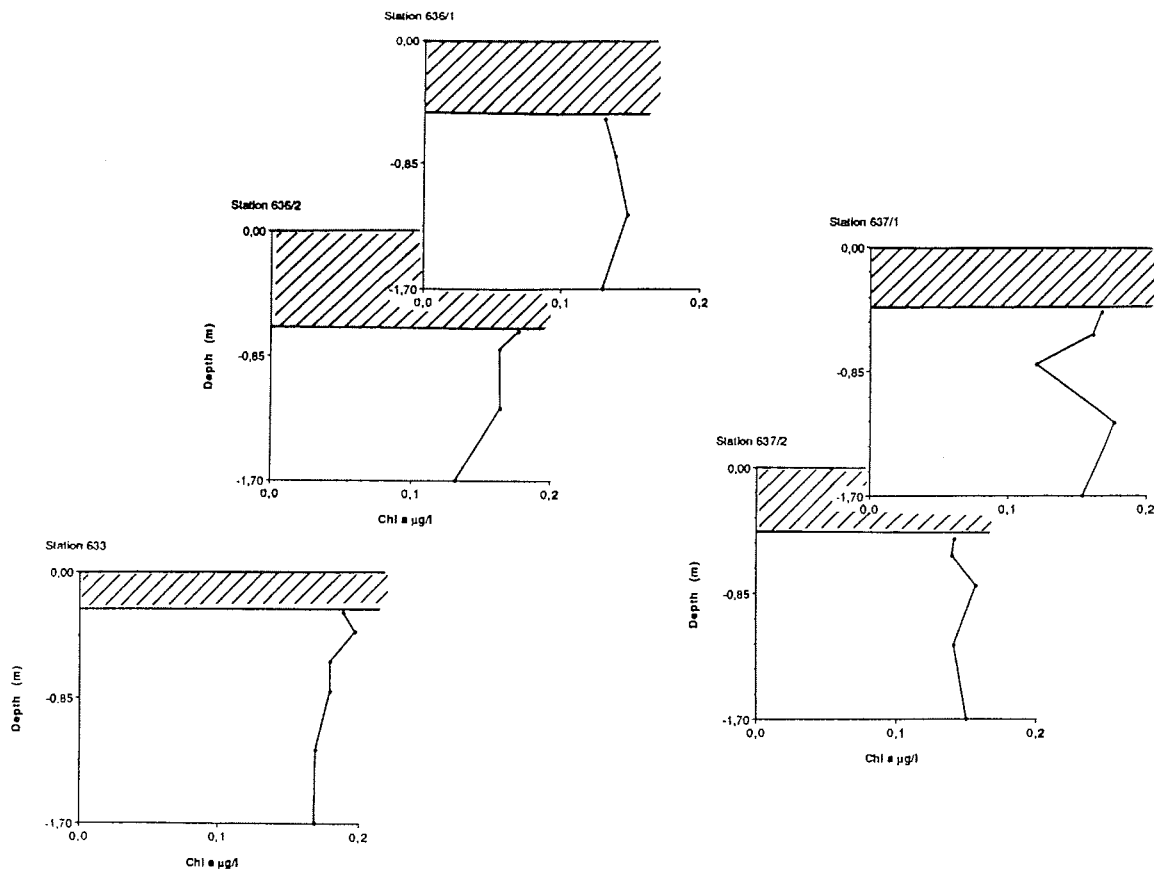


Abb. 36: Chlorophyllkonzentrationen in der Untereiswasserschicht auf den Stationen der Gruppe 5: 633, 636/1, 636/2, 637/1 und 637/2. Station 633 lag in der nordöstlichen Küstenpolynya, die Stationen 636 und 637 lagen in der südlichen Weddellwirbelflanke.

#### 3.2.1.4 Gehalte an partikulärer organischer Substanz

Die POC/PON Verhältnisse der partikulären organischen Substanz in der Untereiswasserschicht lagen auf den südlichen Stationen zwischen 5 bis 7 (**Gruppe 1**) und bei 6 bzw. 6 bis 8 auf Station 592 und 594 der **Gruppe 2**. Auf den Stationen der **Gruppe 3** lagen sie zwischen 6 und 7. Im Drescher Inlet (**Gruppe 4**) lagen die Verhältnisse zwischen 6 und 8 und waren dort höher als die POC/PON Verhältnisse von 4 bis 6 in der Wassersäule. Auf den Stationen der **Gruppe 5** lagen die POC/PON Verhältnisse zwischen 3 und 6 und unterschieden sich nicht von den Werten in der darunterliegenden Wassersäule.

Die POC - und PON Konzentrationen lagen in allen Gruppen in den chlorophyllreichen Horizonten über 1000 µg/l bzw. über 200 µg/l und nahmen in chlorophyllarmen Horizonten bis auf 20 µg/l bzw. 5 µg/l ab. Die POC und PON Zu- bzw. Abnahmen verliefen nicht proportional den Chlorophyllanstiegen und -abnahmen: Die POC/Chlorophyll  $a$  Verhältnisse lagen bei hohen Chlorophyllkonzentrationen in der Untereiswasserschicht bei ca. 30 und stiegen mit geringer werdenden Chlorophyllkonzentrationen auf über 100 bis ca. 400 an. Die Entwicklungen der POC/Chlorophyll  $a$  Verhältnisse entsprachen deshalb auf allen Untereisstationen den Mustern, die auch in der freien Wassersäule (Kapitel 3.1.2.2) beobachtet worden waren. In der Untereiswasserschicht wurden jedoch aufgrund der in einigen Fällen höheren Chlorophyllkonzentrationen wesentlich niedrigere POC/Chlorophyll  $a$  Verhältnisse bestimmt.

### 3.3 Die Protistenplanktonbesiedlung im Pelagial des Weddellmeeres im Spätwinter und im Frühjahr

In den folgenden Kapiteln soll die qualitative und quantitative Artenzusammensetzung im Pelagial dargestellt werden. Zunächst wird auf die Artenzusammensetzung im östlichen Weddellwirbel im Winter (**Nord-Süd-Schnitt**) eingegangen. Es folgt im Gegensatz zu den vorhergehenden Kapiteln zunächst die Darstellung der Artenzusammensetzung im östlichen Weddellwirbel im Frühjahr (**Süd-Nord-Schnitt**). Anschließend wird die Besiedlung der Wassersäule in der **Küstenpolyyna** vor und nach der Meereisschmelze dargestellt. Dem Kapitel zur Besiedlung der freien Wassersäule folgt die Darstellung der Artenzusammensetzung in der **Untereiswasserschicht**.

Die Reihenfolge der im folgenden Text beschriebenen Protistengruppen richtet sich nach den absolut angetroffenen Zellzahlen der jeweiligen Organismengruppe bzw. der Art. So werden die zahlenmäßig am häufigsten auftretenden Formen zuerst beschrieben, weniger abundante folgen. Es ergibt sich deshalb folgende Reihenfolge:

μ- Flagellaten, Nanoflagellaten, autotrophe Dinoflagellaten, heterotrophe Dinoflagellaten, alorikate Ciliaten, lorikate Ciliaten, Planktondiatomeen, Eisdiatomeen

#### 3.3.1 Die qualitative und quantitative Artenzusammensetzung im östlichen Weddellwirbel

Im Folgenden werden die Zusammensetzung des Protistenplanktons in der Oberflächenschicht während der Schnitte durch das Packeis im Spätwinter und im Frühjahr dargestellt.

##### 3.3.1.1 Die Zusammensetzung des Phytoplanktons während des Nord-Süd-Schnittes im Spätwinter

Die nördlichste Station des Schnittes (487) im Zirkumpolarstrom und die folgende am nördlichen Rand des Weddellwirbels gelegene Station (489) waren nicht von Meereis bedeckt. Erst auf der Station 490 bedeckten von Streifen freien Wassers unterbrochene Meereisfelder die Oberfläche. Die weiter südlich gelegenen Stationen lagen unter der geschlossenen Packeisdecke. Die südlichsten Stationen 503 und 504 lagen im Küstenpolynyagebiet und waren weitgehend eisfrei. Die Chlorophyllkonzentrationen waren zu dieser Jahreszeit in der durchmischten Winterwasserschicht ziemlich gleichmäßig. Da die Zellzahlen gering waren, wurden zur Ermittlung der Zellkonzentrationen in der Oberflächenschicht die Proben zusammengefaßt.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die gemessene Biomasse und den Seston Gehalt (Chlorophyll  $a$  und POC) sowie den Protistenkohlenstoff (PRC), der sich zusammensetzt aus dem Phytoplankton- und den Protozooplanktonkohlenstoff (PPC und PZC), in der durchmischten Oberflächenschicht von Station 487 und Station 489. Die Chlorophyllkonzentrationen und die PRC-Konzentrationen waren auf Station 487 2,3 bzw. 2,2 mal so hoch wie auf Station 489. Die POC/PON und POC/Chlorophyll  $a$  Verhältnisse waren bei beiden Stationen ungefähr gleich. Diese Stationen unterschieden sich deshalb bezüglich ihrer Biomasseparameter nicht grundsätzlich voneinander.

In der Abbildung 37 wird der Verlauf der Zellkonzentrationen der einzelnen Gruppen in der Oberflächenschicht - dem Winterwasser (**WW**) - von Norden nach Süden dargestellt. In der Tabelle 3 sind die Zellzahlen in der Oberflächenschicht auf den Stationen des Nord-Süd-Schnittes aufgeschlüsselt nach den häufiger vertretenen Formen aufgelistet. Im Anhang sind in der Tabelle 20 alle erkennbaren Formen aus den abundanten Gruppen und die in geringen Dichten oder vereinzelt auftretenden Formen aufgeführt.

Auf der Station 487 waren alle Arten, die auf den südlicheren Stationen gefunden wurden, vorhanden, jedoch in anderen Abundanzen. Die im Zirkumpolarstrom gelegene Station 487 unterschied sich daher auch bezüglich der Phytoplanktonbesiedlung nicht grundsätzlich von

den südlicheren im Weddellwirbel gelegenen Eisrandstationen. Auffällig war, daß die Zellen von *Leptocylindrus mediterraneus* auf der Station 487 immer mit sehr vielen epiphytischen Flagellaten (cf. *Solenicola setigera* Pavillard) bewachsen waren; zuweilen war die gesamte Zelloberfläche davon bedeckt (Abb. 38). Auf allen folgenden Weddellmeerstationen wurden die Zellen in der Oberflächenschicht nie mit diesem starken Bewuchs, sondern nur mit 1 bis maximal 4 Kränzen von Epiphyten gefunden (Abb. 39). In den oberen Horizonten des Tiefenwassers (WDW) jedoch wurden regelmäßig Individuen dieser Art festgestellt, von denen einige viele Epiphytenkränze trugen.

Die Abnahme der Zelldichten in der Oberflächenschicht von der Meereisgrenze bei 58° S (Station 489) bis zur Schelfeiskante bei 70,5° S (Station 504) verlief bei den einzelnen Gruppen unterschiedlich (Abb. 37): Auf der nördlichsten Weddellmeerstation (489) besiedelten ungefähr 400 mal so viele Diatomeen die Oberflächenschicht wie ganz im Süden (Station 504); kleine Flagellaten und Ciliaten nahmen nur auf ca. ein Zwanzigstel ab, und die Anzahl der Dinoflagellaten war im Süden nur auf ein Viertel bis ein Fünftel der Konzentrationen im Norden reduziert. Das Verhältnis von autotrophen zu heterotrophen Dinoflagellaten - soweit lichtmikroskopisch an den Proben erkennbar - schwankte sehr im Verlauf von Norden nach Süden, im Trend nahm jedoch der Anteil der heterotrophen Dinoflagellaten zu.

### 3.3.1.1.1 Der Gehalt an Protistenkohlenstoff

In der Tabelle 4 sind die durchschnittlichen Kohlenstoffkonzentrationen der Planktongruppen in der Oberflächenschicht auf den einzelnen Stationen und die Planktonkohlenstoff/Chlorophyll *a* Verhältnisse dargestellt. Die Phytoplanktonkohlenstoff (PPC)/Chlorophyll *a* Verhältnisse lagen zwischen 9 und 23. In diesem Vergleich kann die Schelfstation 504 nur mit Einschränkungen berücksichtigt werden, da auf dieser bis zum Boden (300 m) durchmischten Station die Zellen nicht gleichmäßig verteilt waren. Die durchschnittlichen Zellkonzentrationen sind auf Station 504 deshalb nur ungefähre Angaben. Bemerkenswert ist dennoch, daß die PPC/Chlorophyll *a* Verhältnisse auf dieser Station außergewöhnlich hoch waren. Die Konzentrationen des Protistenkohlenstoffes (PRC) und die PRC/Chlorophyll *a* Verhältnisse auf allen Stationen dieses Schnittes zeigen, daß die POC Gehalte im Wasser nur zu einem kleinen Teil von Phytoplanktern oder heterotrophen Einzellern stammten (siehe auch Kapitel 3.1.2.2). Die PRC Konzentrationen nahmen von der nördlichsten Weddellmeerstation nach Süden hin auf weniger als ein Fünftel ab, die PPC Konzentrationen auf ein Zehntel; dies entsprach der Abnahme der Chlorophyllwerte. Der Grad der Abnahme des Protistenplanktonkohlenstoffes zum Süden hin entsprach ungefähr der Abnahme der Zellzahlen der einzelnen Gruppen.

mg/gm, 0 - 150 m	Station 487	Station 489
POC	19689	7356
PON	2764	980
Chlorophyll <i>a</i>	90	39
PRC	2325	1062

**Tabelle 2:** Gehalt/m<sup>2</sup> an POC, PON, Chlorophyll *a* und Protistenplanktonkohlenstoff (PRC) in der Oberflächenschicht auf der Station 487 im ACC und der Station 489 am nördlichen Rand des Weddellwirbels



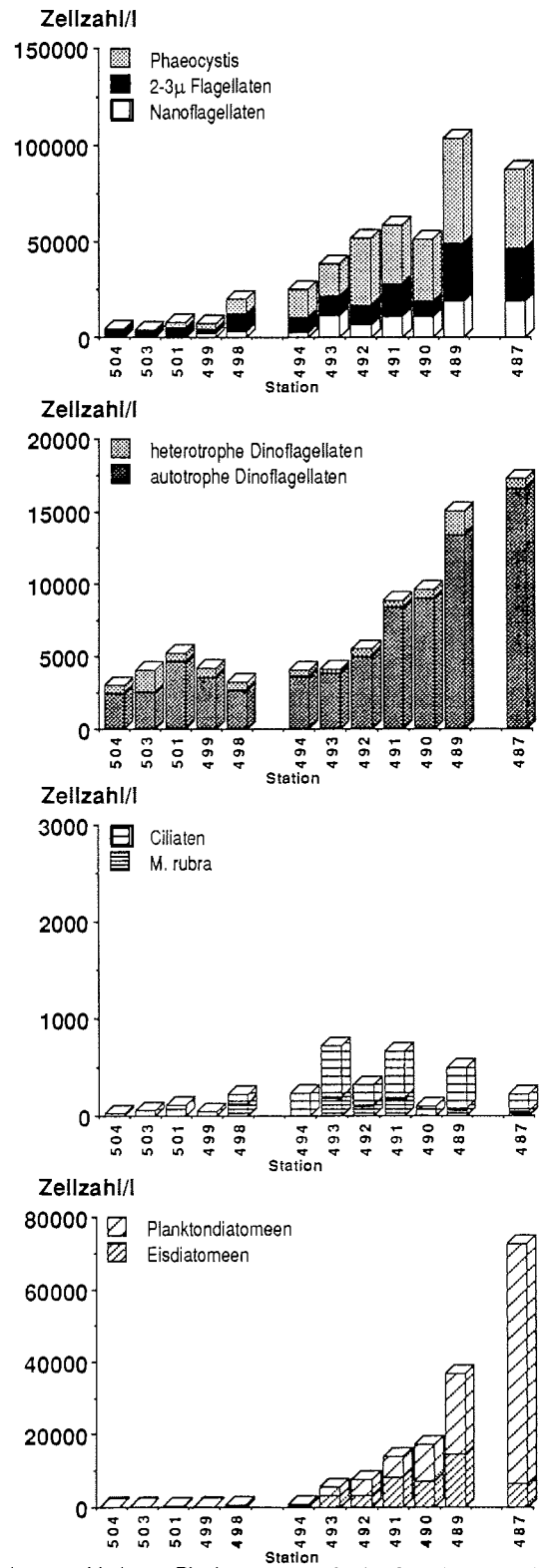


Abb. 37: Zellkonzentrationen der verschiedenen Planktongruppen in der Oberflächenschicht während des Nord-Süd-Schnitts im Spätwinter (linke Seite: Süden; rechte Seite: Norden)

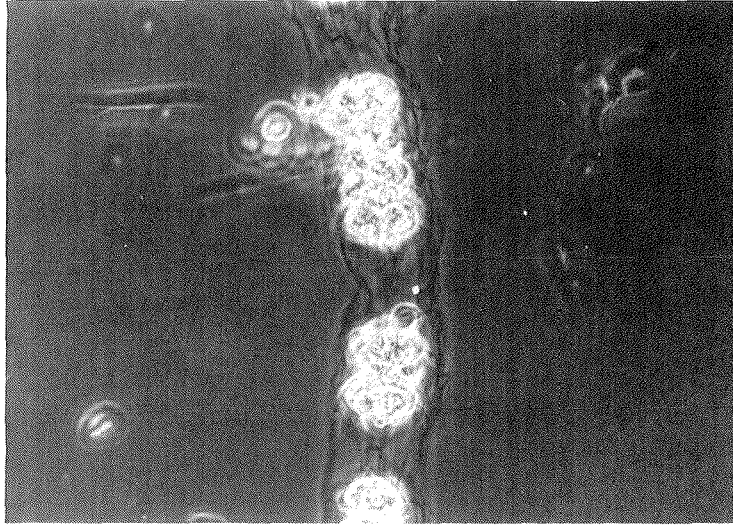
Tabelle 3: Zellkonzentrationen in der Oberflächenschicht auf den Stationen des Nord-Süd-Schnitts aufgeschlüsselt nach den häufiger vertretenen Arten bzw. Gruppen; linksbündig ist der relative Anteil leerer Schalen in Prozenten oder die absolute Anzahl in Klammern angegeben. (1: bedeutet vereinzelt auftretend)

Stationen:	Küstenpolyrya		südliche Weddellwirbellanke				nördliche Weddellwirbellanke					ACC	
	Zellen/l, 504	Zellen/l, 503	Zellen/l, 501	Zellen/l, 499	Zellen/l, 498	Zellen/l, 494	Zellen/l, 493	Zellen/l, 492	Zellen/l, 491	Zellen/l, 490	Zellen/l, 489		Zellen/l, 487
Hauptgruppen, dominante Formen													
Phaeocystis Schwärmer, 2x1 µm u. 3x2 µm		1	2800	2200	6500	12500	13400	32000	24500	32500	40000	30000	
Phaeocystis Schwärmer, 5-7 x 4-6 µm			1	700	950	1700	3100	3100	6500		14000	11000	
Phaeocystis Schwärmer, zusammengefaßt		1	2801	2900	7450	14200	16500	35100	31000	32500	54000	41000	
Flagellaten > 2-3 µm	ca. 4000	3900	5000	2500	8900	7500	10000	10000	16600	7600	30000	27000	
µ-Flagellaten, zusammengefaßt	ca. 4000	3901	7801	5400	16350	21700	26500	45100	47600	40100	84000	68000	
Cryptophyceae, Typ a			1	1400	2400	1400	5900	2600	4200	10700	18250	18750	
Cryptophyceae, Typ b	300			600									
Cryptophyceae, Typ c						1650	5800	3800	6800				
Pyramimonas sp.	1	1	1		1000		1	1		350	900	400	
Nanoflagellaten, zusammengefaßt	301	1	2	2000	3400	3050	11701	6401	11000	11050	19150	19150	
Chrysophyceencysten "olive green cells"	1	10	20		1		30	1	1	300			
Distephanus speculum						(12)	1 (90)	70 (3)	80 (100)	10 (136)	25 (220)	84 (312)	362
Phaeocystis Kolonien, oder - Kolonietelle										16	10	1	
Dinofl. autotroph, 30-50 µm und > 50 µm		10	10	20	30	30	1	1	210	20	57	75	
Dinofl. autotroph 30-20 µm	ca. 160	700	290	620	290	510	220	200	560	135	320	550	
Dinofl. autotroph 20-10 µm	ca. 1700	880	3075	3000	1900	1700	2560	3370	5200	7000	7800	10000	
Dinofl. autotroph < 10 µm	600	1000	1400	1	500	1500	1100	1480	2500	1900	5200	6000	
Dinofl. autotroph, zusammengefaßt	ca. 2500	2590	4775	3640	2720	3740	3880	5050	8470	9055	13377	16625	
Dinofl. athekat, heterotroph > 20; 25 µm	ca. 3	200	1		12	166	50	170	96	100	160	450	
Dinofl. athekat, heterotroph < 20; 25 µm	ca. 500	1300	500	615	500	160	220	350	300	440	1500	70	
Dinofl. athekat, heterotroph, zus.gefaßt	ca. 500	1500	500	615	512	326	270	520	396	540	1660	520	
Protoparidinium spp.	1	1		1		1	1	3	2	1	17	150	
Dinoflagellaten, zusammengefaßt	3000	4091	5275	4256	3232	4067	4151	5573	8868	9596	15054	17295	
Ciliaten, alorikata, ohne Myrionecta rubra	15	60	110	43	97	230	520	216	470	90	400	150	
Myrionecta rubra	1	1	1				1		1			20	
Myrionecta rubra, kleine Form	1		1		130	1	200	110	190		80	20	
Myrionecta rubra, zusammengefaßt	2	1	2		130	1	201	110	191		80	40	
Tintinnina	(1)	1						(3)	3 (3)	4 (6)	7 (17)	20	
Thalassiosiraceae 50-85 µm und ≥ 90 µm			1		1	10	25	54	77	100	240	500	
Thalassiosiraceae 50-40 µm	1	10	1	1	1	1	1	2	34	65	100	333	
Thalassiosira spp. 35-17 µm	ca. 100	40	10		6	80	220	13% 390	30% 630	1100	2000	7713	
Thalassiosira gracilis, - perpusilla						1	100% 110	127% 110	61% 442	50% 442	11% 2175	12% 3625	
Rhizosolenia alata					7	42	20	57	242	300	325	335	
Rhizosolenia antarctica							5		5	16	35	535	
Rhizosolenia chunii										12	28	323	
Rhizosolenia antennata f. semispina						1	1	30	110	12	28	24	
Corethron criophilum		15	1			7	7	5	60	135	145	303	

NS

Tabelle 3: Fortsetzung

Stationen:	Küstenpolynya					südliche Weddellwirbellanke					nördliche Weddellwirbellanke					ACC
	Zellen/l, 504	Zellen/l, 503	Zellen/l, 501	Zellen/l, 499	Zellen/l, 498	Zellen/l, 494	Zellen/l, 493	Zellen/l, 492	Zellen/l, 491	Zellen/l, 490	Zellen/l, 489	Zellen/l, 487				
Hauptgruppen, dominante Formen																
Dactyliosolen antarcticus						12	7	58	150	79	110	232				
Eucampia balauatum			1	1				1		5	1	80				
Leptocylindrus mediterraneus m. Epiphyten						2	1			2	2	85				
Chaetoceros bulbosum f. cruciata									3	20	20	2550				
Chaetoceros bulbosum var. Schimperiana						5		10	66	241	235	50				
Chaetoceros atlanticum						14	5	76	294	47	95	400				
Chaetoceros atlanticum-dichaeta								6	81	110	200	0				
Chaetoceros dicaeta								60	87	61	110	300				
Chaet. atl.- bulb.- dich. Gruppe zusammengefaßt						20	5	13% 152	14% 557	480	4,5% 660	3300				
Chaetoceros peruvianum						1	1	10		7	4	160				
Chaetoceros pendulum						6	9	10	25	7	4	50				
Chaetoceros convolutum						12	34	60	176	44	50	60				
Chaetoceros criophilum					4		20	19	30% 91	90	50					
Chaetoceros Typ b								1	6	150	150	154				
Chaetoceros dellandrei									20	27						
Chaetoceros skeleton						1	17	1				85				
Chaetoceros neogracle			1	1		200	2000	3300	1650	2232	5000	13000				
Chaetoceros neglectum						60	10	270	940	2320	8200	20875				
Chaetoceros curvisetum									60	2500	2800	14125				
Chaet. neglectum, - curvisetum, zusammengefaßt						60	10	270	1000	4800	7% 11000	7% 35000				
Thalassiothrix antarctica	1					1	4	10	86	90	120	206				
Planktische Diatomeen, zusammengefaßt	100	65	15	2	20	457	2498	4560	5368	10161	22229	66102				
Tropidoneis Vanheurkii		1	1		10	6	23	17	16	80	40	81				
Tropidoneis glacialis, - antarctica					7		4	1	10	14	16	57				
Nitzschia curta, - ritscheri	1	10	133		6	5	40		150	100% 94	200	1084				
Nitzschia kerguelensis	0		(70)	0	300% 70	6000% 1	90% 30	115% 960	3800% 10	300% 458	30% 668	25% 3037	30% 19775			
Nitzschia cylindrus, kleine Form				1		300	2100	3000	30% 7250	44% 4500	59% 8000	27% 16875				
Nitzschia angulata										25		465				
Nitzschia closterium						1	1			1	25					
Nitzschia subcurvata	1			1	30	1										
Nitzschia turgiduloides, - lineata			1	13	460	44	100	100	23% 440	25% 1770	14% 3300	23% 24375				
Nitzschia prolongatoides					20							2925				
Nitzschia heimii			1			1	5	20		120		1				
Navicula criophila																
Eisdiatomeen, zusammengefaßt	3	11	135	85	534	393	3248	3128	8444	7152	14618	65638				
Diatomeen, zusammengefaßt	103	76	150	87	554	850	5746	7688	13812	17313	36847	131740				



**Abb. 38:** *Leptocylindrus mediterraneus* (Zellbreite 8  $\mu\text{m}$ ) von Station 487 im ACC bedeckt mit vielen epiphytischen Flagellaten



**Abb. 39:** *Leptocylindrus mediterraneus* (Zellbreite 8  $\mu\text{m}$ ) aus dem Weddellwirbel bedeckt mit einigen epiphytischen Flagellaten

Tabelle 4: Protistenplanktonkohlenstoffkonzentrationen (PRC) in der Oberflächenschicht auf den Stationen des Nord-Süd-Schnitts aufgeschlüsselt nach den häufiger vertretenen Arten bzw. Gruppen; vgl. Tabelle 3

Stationen:	Küstenpolynya					südliche Weddellwirbellanke				nördliche Weddellwirbellanke				ACC
	PRC pg/Z	PRC ng/l, 504	PRC ng/l, 503	PRC ng/l, 501	PRC ng/l, 499	PRC ng/l, 498	PRC ng/l, 494	PRC ng/l, 493	PRC ng/l, 492	PRC ng/l, 491	PRC ng/l, 490	PRC ng/l, 489	PRC ng/l, 487	
Hauptgruppen, dominante Formen														
Phaeocystis Schwärmer, 2x1 µm u. 3x2 µm	4 - 5			12,60	9,90	29,25	56,25	60,30	144,00	110,25	146,25	180,00	135,00	
Phaeocystis Schwärmer, 5-7 x 4-6 µm	8			0,01	5,60	7,60	13,60	24,80	24,80	52,00		112,00	89,00	
Phaeocystis Schwärmer, zusammengefaßt				13	16	37	70	85	169	162	146	292	223	
Flagellaten > 2-3 µm	3 - 4	14,00	13,65	17,50	8,75	31,15	26,25	35,00	35,00	58,10	26,60	105,00	94,50	
µ-Flagellaten, zusammengefaßt		14	14	30	24	68	96	120	204	220	173	397	316	
Cryptophyceae, Typ a	7 - 9			0,01	10,50	18,00	10,50	44,25	19,50	31,50	80,25	136,88	140,63	
Cryptophyceae, Typ b	10													
Cryptophyceae, Typ c	7						11,55	40,60	26,60	47,60				
Pyramimonas sp.	9					9,00					3,15	8,10	3,60	
Nanoflagellaten, zusammengefaßt				0	11	27	22	85	46	79	83	145	144	
Chrysophyceencysten "olive green cells"	5			0,01	0,01	0,01		0,15	0,01	0,01	1,50			
Diathephanus speculum	500						6,00	35,00	40,00	5,00	12,50	42,00	181,00	
Phaeocystis Kolonien, oder - Kolonieteile	100										1,80	1,00	0,10	
Dinofl. autotroph, 30-50 µm und > 50 µm	2000		20,00	20,00	40,00	60,00	60,00	2,00	2,00	420,00	40,00	114,00	150,00	
Dinofl. autotroph 30-20 µm	400	64,00	280,00	116,00	248,00	116,00	204,00	88,00	80,00	224,00	54,00	128,00	220,00	
Dinofl. autotroph 20-10 µm	200	340,00	176,00	615,00	600,00	380,00	340,00	512,00	674,00	1040,00	1400,00	1560,00	2000,00	
Dinofl. autotroph < 10 µm	5	3,00	5,00	7,00	0,01	2,50	7,50	5,50	7,40	12,50	9,50	26,00	30,00	
Dinofl. autotroph, zusammengefaßt		407	481	738	888	559	812	608	763	1697	1504	1828	2400	
Dinofl. athekat, heterotroph > 20; 25 µm	2000	6,00	400,00	2,00		24,00	332,00	100,00	340,00	192,00	200,00	320,00	900,00	
Dinofl. athekat, heterotroph < 20; 25 µm	200	100,00	260,00	100,00	123,00	100,00	32,00	44,00	70,00	60,00	88,00	300,00	14,00	
Dinofl. athekat, heterotroph, zus.gefaßt		106	660	102	123	124	364	144	410	252	288	620	914	
Protoperidinium spp.	3000	3,00	3,00		3,00		3,00	3,00	9,00	6,00	3,00	51,00	450,00	
Dinoflagellaten, zusammengefaßt		516	1144	840	1014	683	979	755	1182	1955	1795	2499	3764	
Ciliaten, alorikate, ohne Myrionecta rubra	2500	37,50	150,00	275,00	107,50	242,50	575,00	1300,00	540,00	1175,00	225,00	1000,00	375,00	
Myrionecta rubra	200	0,20	0,20	0,20				0,20		0,20			4,00	
Myrionecta rubra, kleine Form	50	0,05	0,20	0,20		6,50	0,05	10,00	5,50	9,50		4,00	1,00	
Myrionecta rubra, zusammengefaßt		0,25	0,20	0,40		6,50	0,05	10,20	5,50	9,70		4,00	5,00	
Tintinnina	2500	2,50								7,50	10,00	17,50	50,00	
Thalassiosiraceae 50-85 µm und ≥ 90 µm	2500			2,50		2,50	25,00	62,50	135,00	192,50	250,00	600,00	1250,00	
Thalassiosiraceae 50-40 µm	1000	1,00	10,00	1,00	1,00		1,00	1,00	2,00	34,00	65,00	100,00	332,63	
Thalassiosira spp. 35-17 µm	200	20,00	8,00	2,00		1,20	16,00	44,00	78,00	126,00	220,00	400,00	1542,50	
Thalassiosira gracilis, - perpusilla	50						0,05	5,50	5,50	22,10	22,10	108,75	181,25	
Rhizosolenia alata	1000					7,00	42,00	20,00	57,00	242,00	300,00	325,00	335,00	
Rhizosolenia antarctica	500							2,50		2,50	8,00	17,50	267,69	
Rhizosolenia chunii	900										10,80	25,20	290,70	
Rhizosolenia antennata f. semispina	1000						1,00	1,00	30,00	110,00	12,00	29,00	24,00	
Corethron criophilum	2000		30,00	2,00			14,00	14,00	10,00	120,00	270,00	290,00	605,00	

Tabelle 4: Fortsetzung

Stationen:	PRC pg/Z	Küstenpolynya		südliche Weddellwirbellanke				nördliche Weddellwirbellanke					ACC
		PRC ng/l, 504	PRC ng/l, 503	PRC ng/l, 501	PRC ng/l, 499	PRC ng/l, 498	PRC ng/l, 484	PRC ng/l, 493	PRC ng/l, 492	PRC ng/l, 491	PRC ng/l, 490	PRC ng/l, 489	
<b>Hauptgruppen, dominante Formen</b>													
Dactylosolen antarctica	1000						12,00	7,00	58,00	150,00	79,00	110,00	232,25
Eucampia balauitum	1000			1,00	1,00				1,00		5,00	1,00	80,00
Leptocylindrus mediterraneus m. Epiphyten	500						1,00	0,50			1,00	1,00	42,50
Chaetoceros bulbosum f. cruciata	100						0,00			0,30		2,00	255,03
Chaetoceros bulbosum var. Schimperiana	100						0,50		1,00	8,60	24,10	23,50	5,00
Chaetoceros atlanticum	100						1,40	0,50	7,60	29,40	4,70	9,50	40,00
Chaetoceros atlanticum-dichaeta	100								0,60	8,10	11,00	20,00	
Chaetoceros dicheta	100								6,00	8,70	6,10	11,00	30,00
Chaet. atl.-bulb.-dich. Gruppe zusammengefaßt	100						2,00	0,50	15,20	55,70	48,00	66,00	330,00
Chaetoceros peruvianum	100						0,10	0,10	1,00			0,60	16,00
Chaetoceros pendulum	100						0,60	0,90	1,00	2,50	0,70	0,40	5,00
Chaetoceros convolutum	100						1,20	3,40	6,00	17,60	4,40	5,00	6,00
Chaetoceros criophilum	200							0,80	4,00	3,80	18,20	18,00	10,00
Chaetoceros Typ b	100								0,10	0,10	0,60	15,00	15,40
Chaetoceros doflandrei	100								2,00	2,70			
Chaetoceros skeleton	100						0,10	1,70	0,10				8,50
Chaetoceros neogracile	2 - 3						0,50	5,00	8,25	4,13	5,58	12,50	32,50
Chaetoceros neglectum	10						0,60	0,10	2,70	9,40	23,20	82,00	208,75
Chaetoceros curvisetum	10									0,60	25,00	28,00	141,25
Chaet. neglectum, - curvisetum, zusammengefaßt	10						0,60	0,10	2,70	10,00	48,00	110,00	350,00
Thalassiothrix antarctica	1000	1,00					1,00	4,00	10,00	88,00	90,00	120,00	206,00
<b>Planktische Diatomeen, zusammengefaßt</b>		<b>22</b>	<b>48</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>118</b>	<b>178</b>	<b>427</b>	<b>1197</b>	<b>1473</b>	<b>2346</b>	<b>6153</b>
Tropidoneis Vanheurkil	500		0,50	0,50		5,00	3,00	11,50	8,50	8,00	40,00	20,00	40,50
Tropidoneis glacialis, - antarctica	1500					10,50		6,00	1,50	15,00	21,00	24,00	85,50
Nitzschia curta, - ritscheri	400	0,40	4,00	53,00		2,40	2,00	16,00		60,00	37,60	80,00	433,60
Nitzschia kerguelensis	100				7,00	0,10	3,00	96,00	1,00	45,80	66,80	303,70	1977,50
Nitzschia cylindrus, kleine Form	1 - 3					0,60	0,60	4,20	6,00	14,50	9,00	16,00	33,75
Nitzschia angulata	200										5,00		93,00
Nitzschia closterium	30					0,03	0,03	0,03			0,03	0,75	
Nitzschia subcurvata	40	0,04			0,04	1,20	0,04						
Nitzschia turgiduloides, - lineola	50			0,05	0,65	23,00	2,20	5,00	5,00	22,00	88,50	165,00	1218,75
Nitzschia profundatoides	40					0,80							
Nitzschia helmij	200					0,20							585,00
Navicula criophila	200			0,20		1,00	4,00			24,00			0,20
<b>Eisdiatomeen, zusammengefaßt</b>		<b>0</b>	<b>5</b>	<b>54</b>	<b>8</b>	<b>43</b>	<b>12</b>	<b>143</b>	<b>22</b>	<b>189</b>	<b>268</b>	<b>609</b>	<b>4468</b>
<b>Diatomeen, zusammengefaßt</b>		<b>22</b>	<b>53</b>	<b>62</b>	<b>10</b>	<b>56</b>	<b>130</b>	<b>321</b>	<b>449</b>	<b>1386</b>	<b>1741</b>	<b>2955</b>	<b>10621</b>
PPC, autotrophe		444	547	831	932	716	866	1178	1507	3396	3516	5372	13669
PZC, heterotrophe		149	813	377	234	367	942	1447	959	1441	526	1689	1789
<b>PRC, gesamt</b>		<b>593</b>	<b>1360</b>	<b>1208</b>	<b>1166</b>	<b>1082</b>	<b>1808</b>	<b>2625</b>	<b>2466</b>	<b>4837</b>	<b>4042</b>	<b>7061</b>	<b>15458</b>
Durchschnitt Chl a µg/l		0,01	0,03	0,04	0,05	0,07	0,09	0,10	0,13	0,18	0,23	0,26	0,60
Durchschnitt PPC/Chl a		67	21	18	19	10	9	12	12	19	15	21	23
Durchschnitt PPC/PZC		3	1	2	4	2	1	1	2	2	7	3	8
Durchschnitt PRC/Chl a		90	52	27	24	16	20	26	19	28	17	27	26

### 3.3.1.1.2 Die Verbreitungsmuster der Protisten in der Oberflächenschicht

Im folgenden Kapitel sollen die Verbreitungsmuster der verschiedenen Plankter im östlichen Weddellmeer betrachtet werden.

Bei den Dinoflagellaten kamen fast nur athekate Formen vor, aus den Gattungen *Gymnodinium*, *Gyrodinium* und selten *Amphidinium*. Die genaue taxonomische Bestimmung der Zellen im fixierten Zustand war unmöglich. Bei allen folgenden Ausführungen werden deshalb keine Charakteristika für einzelne Arten, sondern nur für Gruppen und Gattungen, die in Größenklassen eingeteilt wurden, angegeben.

Die Ciliatenpopulation der durchmischten Schicht setzte sich zum größten Teil zusammen aus verschiedenen Species der Gattung *Strombidium*; außerdem wurden regelmäßig wenige Exemplare von *Strobilidium* -, *Tontonia* -, *Lohmaniella* - und *Lacrymaria* Arten gefunden (Tabelle 20, Anhang). Aufgrund der gleichen Schwierigkeiten bei der taxonomischen Einordnung der nackten Ciliaten im fixierten Zustand wie bei den Dinoflagellaten kann im Weiteren nur auf Verbreitungsgebiete von deutlich erkennbaren Formen eingegangen werden.

Vielen Diatomeen und einigen anderen Flagellaten und Ciliaten konnten auf diesem Schnitt Verbreitungsgebiete im Spätwinter zugeordnet werden. In den folgenden Abschnitten sollen diese Gebiete - von Norden nach Süden fortschreitend - vorgestellt werden (Abb. 40). Die Formen mit ähnlichen relativen Ab- oder Zunahmen der Zelldichten in der durchmischten Oberflächenschicht auf dem Weg nach Süden wurden unabhängig von ihrer taxonomischen Zugehörigkeit zusammengefaßt. Ein Blick auf die Tabelle 3 der absoluten Zellzahlen zeigt, daß bei immer geringer werdenden Zelldichten und bei Formen mit bereits im Norden geringen Abundanz eine klare Unterscheidung zwischen "vereinzeltm Auftreten" oder "Verschwinden" problematisch ist. Diese seltenen Formen müssen jedoch für den Vergleich mit den Verbreitungsmustern und Beständen im Küstenpolynyagebiet und mit den Entwicklungen im Frühjahr miteinfaßt werden. Die seltenen Formen, für die keine Muster erkennbar waren, sind in der Tabelle 20 (Anhang) aufgeführt.

**Gruppe 1)** *Leptocylindrus mediterraneus*, *Nitzschia heimii* und auch *Chaetoceros skeleton* waren in relativ hohen Dichten im Zirkumpolarwasser (Station 487) vorhanden und traten im nördlichen Teil des Weddellwirbels in z.T. sehr geringen Dichten auf. *Chaetoceros curvisetum*, *Rhizosolenia antarctica* und *Rhizosolenia chunii* waren ebenfalls in großen Zahlen auf der Zirkumpolarstation zu finden und traten in deutlich niedrigeren Konzentrationen nur noch im Norden im Eiskantengebiet auf.

**Gruppe 2)** *Protoperidinium* Arten und *Eucampia balaustium* waren auf der nördlichsten Station (487) in relativ großen Dichten vorhanden, traten im nordöstlichen Weddellwirbel nur ganz vereinzelt, jedoch auch im südöstlichen Wirbel auf.

**Gruppe 3)** *Distephanus speculum* und Choanoflagellaten traten mit nach Süden abnehmenden Dichten nur bis Station 494 auf. *Dactyliosolen antarcticus* trat im Norden an der Eiskante auf und nahm bis zu ihrem Verschwinden ab Station 494 kontinuierlich ab. Das Gleiche galt für die Arten der *Chaetoceros atlanticum*, - *bulbosum*, - *dichaeta* Gruppe (bis auf eine Ausnahme, s.u. Gruppe 8), und auch für *Chaetoceros convolutum*, *Chaetoceros neglectum*, *Chaetoceros pendulum*, *Chaetoceros peruvianum*, *Chaetoceros* Typ b, *Chaetoceros* Typ c, *Rhizosolenia antennata* f. *semispina* und die ca. 10 µm großen *Thalassiosira* spp. (hauptsächlich *Thalassiosira gracilis*, selten *Thalassiosira perpusilla*).

**Gruppe 4)** Die Verteilungsmuster von *Chaetoceros criophilum*, *Chaetoceros neogratile*, *Rhizosolenia alata*, *Thalassiosira* spp. (ø 17 - 35 µm), *Thalassiothrix antarctica*, *Nitzschia cylindrus* (kleine Form), *Nitzschia kerguelensis* und *Tropidoneis glacialis*, - *antarctica* ähnelten den Mustern der Gruppe 3, jedoch traten diese Formen ganz vereinzelt noch weiter südlich auf. Im Norden setzten sich die *Thalassiosira* Species (ø 17 - 35 µm) vorwiegend aus *Thalassiosira frenguelli*, - *frenguelliopsis* und einigen *Thalassiosira gravida* zusammen; die wenigen kleinen im Süden gefundenen *Thalassiosira* Zellen waren *Thalassiosira antarctica* (siehe Gruppe 14). Bei den *Thalassiosiraceae* größer als 35 µm handelte es sich vor allem um *Thalassiosira lentiginosa* (und wenige *Thalassiosira maculata*); diese nahmen bis Station 494 ebenfalls ab und traten im Süden nur noch ganz vereinzelt auf. Im südöstlichen Weddellmeer gehörten die in geringen Dichten auftretenden *Thalassiosiraceae* größer 35 µm zu der Art *Porosira pseudodenticulata*. Auf den

beiden südlichsten Stationen trat außerdem noch *Stellarima microtrias* auf (siehe die Gruppen 11 und 14).

**Gruppe 5)** Die Zellzahlen der alorikaten Ciliaten (ohne *Myrionecta rubra*), von *Corethron criophilum*, *Nitzschia curta*, - *ritscheri* (zuweilen incl. einiger *Nitzschia sublinearis* und *Nitzschia obliquecostata*), *Nitzschia turgiduloides*, - *lineola* und *Tropidoneis Vanheurckii* nahmen ebenfalls nach Süden hin ab, jedoch war ihr Auftreten im südöstlichen Weddellmeer etwas häufiger im Vergleich zu den Formen der vorherigen Gruppe. Die Konzentrationen der Flagellaten von *Phaeocystis* sp. (mittlere, kleine und große Form) und des *Cryptophyceae* Typ A nahmen kontinuierlich nach Süden hin ab, diese Formen verschwanden nach Station 503 bzw. 501. Die Zellzahlen der 2- 3 µm großen Flagellaten nahmen stetig ab, sie waren aber noch auf den südlichsten Stationen zu finden.

**Gruppe 6)** *Phaeocystis* sp. Kolonien, *Nitzschia angulata* und *Nitzschia closterium* (diese nur auf Station 489 unter der Oberfläche in etwas größerer Anzahl, sonst nur vereinzelt) traten nur an der Eiskante auf den nördlichsten Stationen im Weddellwirbel auf. Von *Nitzschia angulata* wurden auf den drei folgenden südlicher gelegenen Stationen nur wenige leere Zellen gefunden.

**Gruppe 7)** *Chaetoceros deflandrei* trat nur auf den nördlichen mittleren Schnittstationen 491 bis 492 auf.

**Gruppe 8)** Der *Cryptophyceae* Typ C, *Chaetoceros bulbosum* (Solitärform) und *Chaetoceros castracanei* traten nur auf den mittleren Stationen des Schnittes (491 bis 494) auf.

**Gruppe 9)** *Strombidium cf. strobilus* und *Rhizosolenia alata f. truncata* (schmale Form) traten ebenfalls auf den mittleren Stationen (ab 491), jedoch bis Station 498 auf.

**Gruppe 10)** Tintinnen - fast immer *Laakmaniella naviculefera* und *Salpingella accuminata* - waren nur im Eiskantengebiet zu finden; sie traten erst ganz im Süden wieder vereinzelt auf.

**Gruppe 11)** Der autotrophe Ciliat *Myrionecta rubra* trat mit wechselnden Abundanzen im nördlichen und mittleren Teil des Schnittes auf und im Süden nur vereinzelt. *Porosira pseudodenticulata* trat in geringen Zahlen auf der nördlichsten, der Zirkumpolarstation auf, weiter südlich nur sehr vereinzelt und ganz im Süden wieder etwas häufiger.

**Gruppe 12)** Chrysophyceencysten (*Archaeomonadiceae*, volle und leere Zellen) waren nur auf den eisbedeckten Stationen (490 - 501) zu finden.

**Gruppe 13)** Weiter südlich (Station 499 und 504) traten "olive green cells" und der *Cryptophyceae* Typ b auf.

**Gruppe 14)** Nur auf den südlichsten Stationen 501 bis 504 wurden einige Zellen von *Odontella weissflogii*, *Porosira glacialis*, *Stellarima microtrias* (diese Art z.T. als Dauersporen), *Thalassiosira antarctica* und *Nitzschia taeniiformis* gefunden.

**Gruppe 15)** Die Konzentrationen der Dinoflagellaten nahmen vom Eisrandgebiet bis zur südlichsten Station im nordöstlichen Weddellmeer (494) auf ein Drittel bis ein Viertel ab und nahmen im südöstlichen Wirbel bis ins Polynyagebiet nur noch geringfügig ab. Die Dichten der heterotrophen Dinoflagellaten, die ca. 5 % davon ausmachten, änderten sich während des Schnittes von Norden nach Süden nur geringfügig.

### 3.3.1.1.3 Das mikroskopische Erscheinungsbild der Planktonproben

Im folgenden Kapitel soll der bei der mikroskopischen Analyse erkennbare physiologische Zustand der Zellen beschrieben werden. Erwähnt werden die Formen, die nicht das normale Erscheinungsbild im fixierten Zustand boten, oder die in Teilung waren.

Auf der nördlichsten Station (487) wurden bei den Arten *Chaetoceros curvisetum*, *Chaetoceros neglectum* und bei *Nitzschia kerguelensis* viele Teilungsstadien (im Durchschnitt 50 %)



gefunden, und ungefähr ein Viertel der Zellen von *Corethron criophilum* war in Teilung. Die zwei- bis vierzelligen Ketten von *Rhizosolenia alata* und *Rhizosolenia chunii* waren oft an einer Seite abgebrochen. Auf der nächsten Station (489) waren wieder viele Teilungsstadien von *Chaetoceros curvisetum*, *Chaetoceros neglectum* und von *Corethron criophilum* vorhanden. Die meisten Ketten aller auftretenden *Rhizosolenia*-Arten und die Borsten der Arten aus der *Chaetoceros atlanticum*, - *bulbosum*, - *dichaeta* Gruppe und von *Chaetoceros criophilum* waren abgebrochen. Viele Zellen von *Thalassiothrix antarctica* waren an einem Ende abgebrochen. Die Zellen traten meistens einzeln auf, oder von den bei dieser Art normalerweise aus 4 bis 8 Zellen bestehenden, an einem Ende zusammengeführten Zellverbänden wurden nur Reste von zwei oder zweieinhalb Zellen gefunden. Auf dieser Station sah das Plasma der meisten Zellen intakt aus. Auf den folgenden Stationen (490 und 491) bot sich ungefähr das gleiche Bild. Jedoch waren ab Station 491 zusätzlich die Ketten von *Chaetoceros convolutum* abgebrochen. In vielen der lädierten Zellen war ab dieser Station das Plasma zusammengezogen. Auf den nächsten Stationen verschlechterte sich das mikroskopische Erscheinungsbild dieser Arten bis zur Station 494 deutlich. Weiter südlich traten viele davon nicht mehr auf. Die einzelnen auch weiter südlich auftretenden Zellen der schmalen Form von *Rhizosolenia alata* f. *truncata* sahen auf allen Stationen intakt aus.

In der Oberflächenschicht wurden auf der Station 487 einige Thalassiosiraceae Dauersporen gefunden. Im Süden wurden - wie unter Gruppe 14 erwähnt - außerdem einige Dauersporen von *Stellarima microtrias* festgestellt. Die Endzellen der vier- bis achtzelligen Ketten von *Eucampia balaustium* waren immer als Dauersporen ausgebildet. Nur eine Auxospore - von *Corethron criophilum* (Station 490) - wurde gefunden.

Von vielen Formen wurden selten leere, d.h. deutlich als Tote erkennbare Zellen gefunden. Von den vereinzelt auftretenden Formen konnten die leeren Zellen nicht quantitativ erfaßt werden. Für die Formen, bei denen die Anzahl der leeren Schalen höher war, ist in Tabelle 3 der Anteil in Prozenten oder die absolute Anzahl in Klammern angegeben. Bei *Chaetoceros curvisetum* und *Chaetoceros neglectum* befanden sich leere Zellen immer innerhalb von Zellketten. Bei den pennaten Formen wurden sowohl Ketten mit nur vollen, oder nur leeren Zellen als auch gemischte Ketten gefunden. Bei *Thalassiosira gracilis* nahm der Anteil der leeren Schalen nach Süden hin zu; eine sehr deutliche Zunahme war auch bei *Nitzschia kerguelensis* zu beobachten. Der Anteil der leeren Schalen war insgesamt betrachtet bei den pennaten Formen etwas höher als bei den zentrischen.

Die Dinoflagellaten in der durchmischten Schicht erschienen in den Proben auf allen Stationen intakt. Auf den nördlichen Stationen wurden vereinzelt Dinoflagellatenzellen mit ingestierten pennaten Diatomeen gefunden. Die Ciliaten erschienen ebenfalls intakt, außer auf den Stationen 492 - 494. Auf diesen drei mittleren Stationen des Schnittes waren mehrere Ciliaten geplatzt oder lädiert. Auf Station 493 traten einige Ciliatencysten auf. Auf dem Nord-Süd-Schnitt wurde nur ein Ciliat mit ingestierten pennaten Diatomeen festgestellt.

Die wenigen Choanoflagellaten (meist *Parvicorbicula socialis*), die von Norden bis Station 494 in den Proben gefunden wurden, besaßen nur noch Teile ihrer Lorica und sahen in Richtung Süden zusehends schlechter aus. Auch die sehr selten auftretenden *Phaeocystis* Kolonien (gefunden von Station 487 bis 490) wirkten nach Süden hin zunehmend ausgefranst. Auf den Stationen 487 bis 494 wurden fünfstrahlige Strukturen, die charakteristisch für *Phaeocystis* Schwärmer sind und im intakten Zustand um diese Schwärmerzellen gewickelt sind (Parke et al. 1971), gefunden. Auf den Stationen 490 bis 492 waren diese Sterne in großer Zahl vorhanden, z.T. bildeten sie Aggregate in den Proben.

In der Oberflächenschicht und auch im warmen Tiefenwasser wurden regelmäßig meist entladene Nesselkapseln von Hydrozoa (identifiziert von Riemann-Zürneck) einzeln oder zu mehreren verknäuelte gefunden. Auf den Stationen 489 bis 494 traten in den Proben der Oberflächenschicht regelmäßig Reste von Kotschnüren auf, die von Euphausiaceen stammten. Diese Reste waren hellbraun bis weißlich und enthielten vorwiegend Diatomeenbruchstücke und wenig amorphe Substanz. Auch ganze Zellen waren enthalten, diese waren fast ausschließlich leere *Nitzschia kerguelensis*, die restlichen waren andere leere pennate Diatomeen. Die Zellbruchstücke stammten soweit erkennbar ebenfalls von *Nitzschia kerguelensis* und anderen Pennaten. Auf den Stationen 498 bis 503 wurden in der Oberflächenschicht keine Kotschnürenreste gefunden, erst wieder auf der südlichsten Station 504 wurden in 15, 100 und 300 m Tiefe solche Reste festgestellt.

Auf den Stationen 490 bis 492 wurden in den Proben aus der Oberflächenschicht außerdem Bruchstücke von Diatomeenschalen gefunden. Auf allen Stationen traten im Oberflächenwasserkörper und im warmen Tiefenwasser (**WDW**) einzelne abgebrochene Stacheln von *Chaetoceros criophilum*, sowie stark angelöste Schalenhälften von *Actinocyclus actinochilus*, *Asteromphalus hookeri*, *Asteromphalus hyalinus* und *Thalassiosira lentiginosa* auf.

Der Gehalt der Proben aus der durchmischten Oberflächenschicht an hyalinen Flocken und Stückchen undefinierbarer Herkunft war auf den Stationen 487 bis 492 hoch. In den Proben von Station 493 war dieser Gehalt noch höher. Südlich davon nahm der Partikelgehalt wieder ab: Die Proben auf der Station 494 waren nur so partikelreich wie die Proben auf den nördlicheren Stationen und ab den folgenden Stationen 498 bis 503 waren die Proben flocken- und partikelarm. Die Proben der Station an der Scheifeiskante (504) waren dagegen etwas flocken- und detritusreicher als die vier nördlich davon gelegenen Stationen. Die Konzentrationen an partikulärem organischen Kohlenstoff (POC), die POC/PON Verhältnisse und die POC/Chlorophyll *a* Verhältnisse in der Oberflächenschicht der Wassersäule entsprachen nicht den mikroskopisch beobachteten unterschiedlich hohen Flocken- und Detritusgehalten. Der Vergleich der POC Konzentrationen der Stationen dieses Schnittes (Tabelle 4) mit den POC Konzentrationen zeigt, daß auf allen Stationen der größte Teil des gemessenen POC (ca. 80%) nicht aus intaktem Protistenplankton zusammengesetzt war. Ursache für die fehlende Übereinstimmung ist vermutlich der visuell nicht erkennbare unterschiedlich hohe C-, N- und Wasser-Gehalt der Flocken und Detritusstückchen.

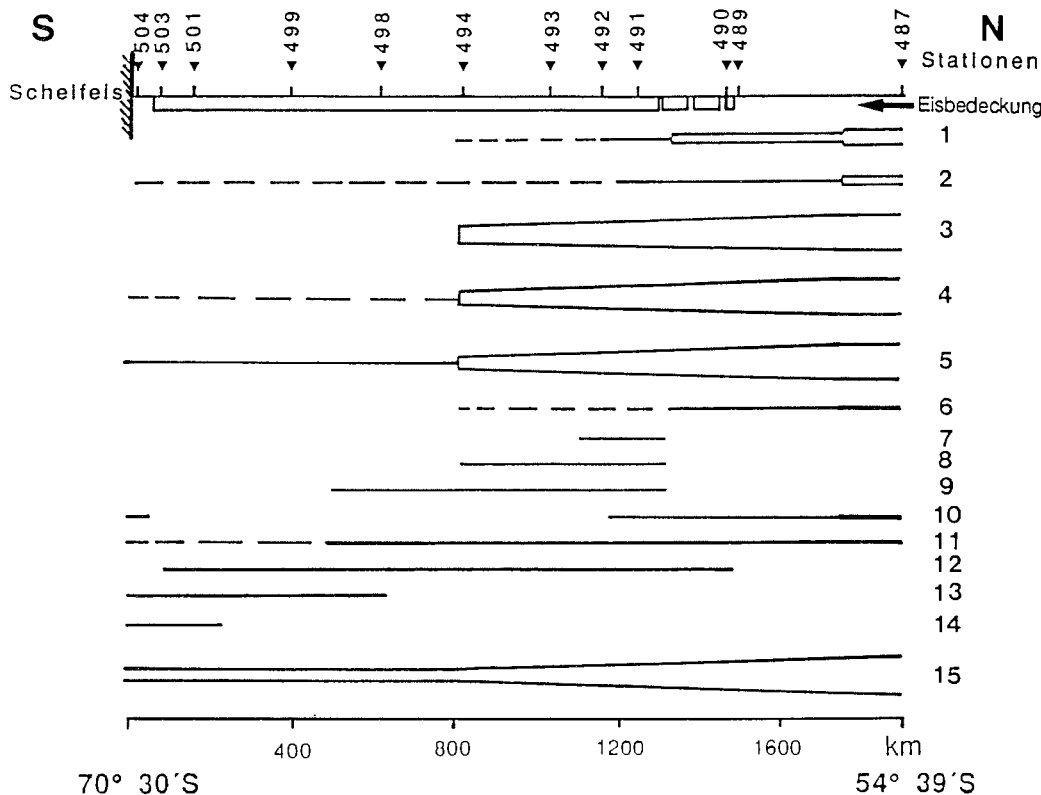


Abb. 40: Verbreitungsmuster der Arten bzw. Formen in der Oberflächenschicht des östlichen Weddellmeeres auf dem Nord-Süd-Schnitt im Spätwinter. Einteilungen in die Gruppen 1 bis 15 siehe Text.

#### 3.3.1.1.4 Der Phytoplankton- und Partikelgehalt im warmen Tiefenwasser

Unter der Oberflächenschicht (**WW**) wurden auf diesem Schnitt im warmem Tiefenwasser (**WDW**) auf 10 Stationen bis in 300 oder 400 m Tiefe Proben genommen; auf den Stationen 490 und 503 konnten bis in 2000 bzw. 1700 m Tiefe Proben gewonnen werden.

Kurz unter der Sprungschicht wurden die Arten, die auf den jeweiligen Stationen in der Oberflächenschicht vorhanden waren, mit Ausnahme von *Leptocylindrus mediterraneus* in stark verringerten Dichten angetroffen. Vorhanden waren hauptsächlich: kleine 2 - 3 µm große Flagellaten, *Phaeocystis* sp., *Chaetoceros* Spezies aus der Sektion *Hyalochaete*, *Nitzschia kerguelensis* und *Nitzschia turgiduloides*, - *lineola*. Nach unten hin nahmen die Konzentrationen weiterhin rapide ab, gleichzeitig erhöhte sich der relative Anteil der leeren Schalen bei den Diatomeen deutlich bis auf 100 %. Auch das Aussehen der *Phaeocystis* Schwärmer, der anderen Flagellaten und der Ciliaten verschlechterte sich nach unten hin zusehends, so daß geschlossen wurde, daß diese Zellen tot waren. Die Dinoflagellaten wirkten in den Proben bis ca. 300 m relativ unversehrt. In den Proben aus noch tieferen Schichten (von Station 490 und 503) sahen sie mit zunehmender Tiefe immer schlechter aus.

Für die bereits in der Oberflächenschicht seltener auftretenden Formen waren die Probenvolumina zur ausreichenden Erfassung unter der Sprungschicht zu gering. Bei großen Protozoa wie *Stycholonche* sp., *Neoglobiquadrina pachydermis*, *Challengeron* spp. usw. galt dies sowohl über als auch unter der Sprungschicht. Werden jedoch alle Proben dieses Schnittes zusammen betrachtet, kann als Trend erkannt werden, daß diese großen Protisten (besonders *Stycholonche* sp.) sehr selten in der Oberflächenschicht, jedoch von Station 491 bis 503 etwas häufiger im darunterliegenden warmen Tiefenwasser auftraten.

Auf den Stationen 490 bis 498 wurden in einigen Proben, die ab der Sprungschicht bis 300 m genommen worden waren, Reste von Euphausiaceen-Kotschnüren gefunden: Diese sahen so aus wie die Reste in der Oberflächenschicht. Auf den Tiefenstationen 490 und 503 wurden in 1300 bis 1700 m Tiefe ebenfalls Reste festgestellt. In diesen großen Tiefen wurden auf den Stationen 490 und 503 auch Bruchstücke von Diatomeen meist mit angeklebten Detritusstückchen gefunden. Diese Bruchstücke stammten vermutlich aus den Kotschnürenresten. Auf den Stationen 490 bis 494 wurden in den Proben unter der Sprungschicht bis in 300 m Diatomeenbruchstücke gefunden. In den Proben der Station 498 wurden nur in 150 m Tiefe solche Bruchstücke festgestellt, dort jedoch in ungewöhnlich großen Mengen. Auf der Station 499 waren unter der Sprungschicht bis in 400 m Tiefe im Vergleich zu den Stationen 490 bis 494 deutlich weniger Bruchstücke vorhanden.

Auf den Stationen 487 und 490 betragen im Tiefenwasser die Konzentrationen an leeren *Nitzschia kerguelensis* ungefähr 100 bis 200 Zellen/l. Auf den Stationen 491 bis 501 waren es 500 bis 1000 Zellen/l. Auf der Station 503 waren ab der Sprungschicht bis in 1700 m Tiefe ca. 150 Zellen/l vorhanden. Auf der Station 504 wurden keine leeren *Nitzschia kerguelensis* Zellen gefunden. In der Oberflächenschicht wurden auf den Stationen 494 bis 503 hauptsächlich leere und nur wenig volle Zellen von *Nitzschia kerguelensis* gefunden. Dies bedeutet, daß auf diesen Stationen mehr leere Zellen von *Nitzschia kerguelensis* in der Tiefe vorhanden waren als in der Oberflächenschicht.

Im Tiefenwasser war der Gehalt an Flocken und Partikeln undefinierbarer Herkunft auf den Stationen 487 bis 494 so hoch wie in der Oberflächenschicht oder noch etwas höher. Auf den Stationen 498 bis 503 (Station 504 war bis zum Boden durchmischte) war der Gehalt in der Tiefe niedriger als im **WDW** auf den nördlicheren Stationen, jedoch höher als in der Oberflächenschicht unmittelbar darüber. Eine Ausnahme bildeten die Proben von Station 498 aus 100 m und besonders aus 150 m Tiefe. Dort waren die Partikelgehalte ungewöhnlich hoch.

### 3.3.1.2 Die Zusammensetzung des Phytoplanktons während des Süd-Nord-Schnittes im Frühjahr

In diesem Kapitel sollen zunächst die qualitative und die quantitative Besiedlung der Oberflächenschicht im Frühjahr mit der Winterpopulation des Weddellwirbels verglichen werden. Anschließend sollen die Verbreitungsmuster der Formen im Frühjahr den Mustern im Spätwinter gegenübergestellt werden.

Die Anfang Dezember im östlichen Weddellmeer auf dem Rückweg (**Süd-Nord-Schnitt**) vorhandene Phytoplanktongesellschaft unterschied sich von der Gesellschaft Anfang Oktober durch folgende Merkmale: In der Oberflächenschicht und auch im darunterliegenden Tiefenwasser wurden im Vergleich zum Winter etwas häufiger Zysten und nicht identifizierbare biogene Partikel gefunden. Einige davon waren Dinoflagellatenzysten. Die anderen Zysten und Partikel, besonders die nur wenige  $\mu\text{m}$  großen, konnten nicht bestimmten Gruppen zugeordnet werden. Diese Zysten traten jedoch auf diesem Schnitt auch nur sporadisch und in Konzentrationen von nur einigen Zellen/l auf.

Im Unterschied zu der Artenzusammensetzung Anfang Oktober war auf diesem Schnitt die Formenvielfalt bei den beschalteten autotrophen Dinoflagellaten und bei der heterotrophen Gattung *Protoperdinium* größer. Das Gleiche galt für die größeren athekaten autotrophen und heterotrophen Dinoflagellaten (30-50  $\mu\text{m}$ ), für die Gruppe der Tintinnen und für die alorikaten Ciliaten. Von der letzten Gruppe traten Anfang Dezember auch regelmäßig wenige holotriche Formen auf. An der Eiskante traten im Frühjahr in geringen Abundanz, jedoch regelmäßig viele verschiedene nicht identifizierbare Arten von *Chaetoceros*, Sektion *Hyalochaete* auf. Dort war die Diversität der *Thalassiosira* Arten ebenfalls größer als im Winter. Im Frühjahr waren dort regelmäßig vegetative Zellen und Sporen von *Thalassiosira scotia* vorhanden.

Auf diesem Schnitt durch das östliche Weddellmeer waren im Vergleich zu dem zwei Monate früher durchgeführten Schnitt bei vielen Formen deutliche Unterschiede in der Vertikalverteilung in der Oberflächenschicht (**WW**) zu erkennen. Diese konnten in Zusammenhang gebracht werden mit den Mustern der Temperatur-, Salzgehalts- und Nährsalzverteilung (Kapitel 3.1.1). Zum Vergleich mit den Konzentrationen im Winter wurden deshalb die durchschnittlichen Abundanzen in der Oberflächenschicht entsprechend gewichtet berechnet. Im folgenden Kapitel sollen die erkennbaren Muster genauer mit den Winterbeobachtungen verglichen werden, um auf die Entwicklung des Phytoplanktons in diesem Gebiet nach dem Einsetzen der Meereisschmelze zu schließen. In Tabelle 5 sind die durchschnittlichen Zellkonzentrationen der häufiger auftretenden Formen auf den Stationen des Süd-Nord-Schnittes angegeben. Der Verlauf der Konzentrationen der einzelnen Planktongruppen von Süden nach Norden wird dargestellt in der Abbildung 41. Die Stationen sind den entsprechenden Stationen des Nord-Süd-Schnittes im Spätwinter ungefähr gleicher südlicher Breite zugeordnet (vergleiche Tabelle 3 und Abbildung 37). In Tabelle 20 im Anhang sind u.a. die Formen aufgeführt, die in geringen Dichten oder vereinzelt auf den Stationen des Süd-Nord-Schnittes auftraten.

In der Tabelle 6 werden die Entwicklungen der Konzentrationen der Arten nach Frühjahrsbeginn im südlichen und im nördlichen Gebiet im Vergleich zum Spätwinter dargestellt. Die einzelnen Arten und Gruppen werden im anschließenden Text in der Reihenfolge wie in den Listen abgehandelt:

Die Konzentrationen der Schwärmerzellen von *Phaeocystis* sp. waren auf den südlichen Stationen des Schnittes ungefähr viermal so hoch wie im Winter. Auf den Stationen in der nördlichen Wirbellanke in der Nähe des Eisrandes waren die Konzentrationen der *Phaeocystis* Flagellaten zunächst genauso hoch und betrugen in Richtung des offenen Wassers nur noch die Hälfte bzw. ein Fünftel der Winterkonzentrationen. Reste von *Phaeocystis* Kolonien waren auf dem Süd-Nord-Schnitt nicht nur im nordöstlichen, sondern auch im südöstlichen Wirbel in der Wassersäule vorhanden. Auf den Eiskantenstationen waren insbesondere auf den beiden nördlichsten Stationen (649 und 650) mehr Koloniereste als im Winter vorhanden. Auf allen Stationen wurden regelmäßig einzelne unbegeißelte Zellen gefunden, die von *Phaeocystis* Kolonien stammten.

**Tabelle 5:** Zellkonzentrationen in der Oberflächenschicht auf den Stationen des Süd-Nord-Schnitts im Frühjahr aufgeschlüsselt nach den häufiger vertretenen Arten bzw. Gruppen; linksbündig ist der relative Anteil leerer Schalen in Prozenten oder die absolute Anzahl in Klammern angegeben (1: bedeutet vereinzelt auftretend)

Hauptgruppen, dominante Formen	Stationen: Küstenpolynya				südliche Weddellwirbellanke				nördliche Weddellwirbellanke			
	Zellen/l, 633	Zellen/l, 636	Zellen/l, 637	Zellen/l, 638	Zellen/l, 647	Zellen/l, 648	Zellen/l, 649	Zellen/l, 650	Zellen/l, 647	Zellen/l, 648	Zellen/l, 649	Zellen/l, 650
Phaeocystis Schwärmer, 2x1 µm und 3x2 µm	1798	12000	12000	20500	17833	23433	11267	8000				
Phaeocystis Schwärmer, 5-7 x 4-6 µm		2000	2300	2500	1600	4467	667	0				
Phaeocystis Schwärmer, zusammengefaßt	1798	14000	14300	23000	19433	27900	11933	8000				
Flagellaten 2-3 µm	2460	1900	6500	14125	14400	37667	8367	25000				
µ-Flagellaten zusammengefaßt	4258	15900	20800	37125	33833	65567	20300	33000				
Cryptophyceae, Typ a	1308	25000	17000	8875	10667	21333	6733	21000				
Cryptophyceae, Typ b							1					
Cryptophyceae, Typ c												
Pyramimonas sp.	615	8350	1300	1225				200				
Nanoflagellaten, zusammengefaßt	1923	33350	18300	10100	10667	21333	6734	21200				
Chrysophyceencysten	1	1		1000	1000	700	700	1000				
"olive green cells"	33		1									
Distephanus speculum					(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1	
Phaeocystis Kolonien, oder - Kolonietelle	1	50	70	188	1	1	200	20				
Dinofl. autotroph, 30-50 µm und > 50 µm	6	60	110	85	150	162	105	190				
Dinofl. autotroph 30-20 µm	22	145	230	174	340	313	168	380				
Dinofl. autotroph 20-10 µm	1654	7000	3600	3138	4500	5933	4600	9300				
Dinofl. autotroph < 10 µm	38	3500	2000	1700	2300	4133	2200	3100				
Dinofl. autotroph, zusammengefaßt	1721	10705	5940	5096	7290	10542	7073	12970				
Dinofl. athekat, heterotroph > 20; 25 µm	14	1	50	41	94	67	127	140				
Dinofl. athekat, heterotroph <20; 25 µm	1	1	1	1	1	1	1	1				
Dinofl. athekat, heterotroph, zusammengefaßt	15	2	51	42	95	68	128	141				
Protoperidinium spp.	4	1	30	1	60	20	28	45				
Dinoflagellaten, zusammengefaßt	1739	10708	6021	5139	7445	10630	7229	13156				
Ciliaten, alorikate, ohne Myrionecta rubra	157	460	430	673	983	620	553	900				
Myrionecta rubra	50	60	60	38	20		14	1				
Myrionecta rubra, kleine Form	58	2220	180	31								
Myrionecta rubra, zusammengefaßt	108	2280	240	69	20		14	1				
Tintinnina	(1)	1	(1)	1(15)	15	(10)	10(13)	12(13)	10(20)	30		
Thalassiosiraceae 50-85 µm und ≥ 90 µm	17	1	20	19	92	90	114	140				
Thalassiosiraceae 50-40 µm	30	70	40	60	42	33	77	151				
Thalassiosira spp. 35-17 µm	77	150	145	718	20%	285	260	350	70%	350	89%	750
Thalassiosira gracilis, - perpusilla	15	100	300	300	1	1	100	500				
Rhizosolenia alata		20	40	104	133	197	140	167				

Tabelle 5: Fortsetzung

Hauptgruppen, dominante Formen	Stationen: Küstenpolynya		südliche Weddellwirbellanke				nördliche Weddellwirbellanke			
	Zellen/l, 633		Zellen/l, 636	Zellen/l, 637	Zellen/l, 638		Zellen/l, 647	Zellen/l, 648	Zellen/l, 649	Zellen/l, 650
Rhizosolenia antarctica							1		27	30
Rhizosolenia chunii								1	37	120
Rhizosolenia antennata f. semispina			1	1	34		1	1	1	20
Corethron criophilum	4		40	90	164		94	232	18% 362	46% 670
Dactylosolen antarcticus							1		1	20
Eucampia balaustium	32		1	1				1		127
Leptocylindrus mediterraneus mit Epiphyten			1		1				1	1
Chaetoceros bulbosum f. cruciata				1	1		13	33	16	100
Chaetoceros bulbosum var. Schimperiana				1	13		97	337	120	563
Chaetoceros atlanticum							13	1	1	
Chaetoceros atlanticum-dichaeta										
Chaetoceros dichæta				20			1	130	1	260
Chaet. atl.,- bulb.,- dich. Gruppe zus.gefaßt				22	13		124	501	138	923
Chaetoceros peruvianum									1	
Chaetoceros pendulum										10
Chaetoceros convolutum					1					25
Chaetoceros criophilum										1
Chaetoceros Typ b				1					1	10
Chaetoceros deflandrei					72					50
Chaetoceros skeleton							37	20	14	0
Chaetoceros neogracile				1	1		1000	400	100	200
Chaetoceros neglectum				150	375		125	100	1240	32000
Chaetoceros curvisetum										
Chaet. neglectum, - curvisetum, zus.gefaßt				150	375		125	100	1240	32000
Thalassiothrix antarctica					44		1	73	75	120
Planktische Diatomeen, zusammengefaßt	144		383	809	1906		1936	1910	2786	36128
Tropidonels Vanheurkil	5		120	250	308		290	175	173	13
Tropidonels glacialis, - antarctica	1		35	35	1		25	1	60	40
Nitzschia curta, - ritscheri	83% 120		190% 210	59% 170	150% 81		54% 167	88% 180	74% 108	140% 180
Nitzschia kerguelensis	30% 17				25		20% 600	40% 1227	77% 815	36% 1200
Nitzschia cylindrus, kleine Form	0		2300	1000	80% 3750		10% 21733	30% 28000	17% 12000	134% 12500
Nitzschia angulata	1		1	25	0		54		54	300
Nitzschia closterium	0		1	70	172		287	505	405	240
Nitzschia subcurvata	1		1	120	739		167	320	213	370
Nitzschia turgiduloides, - lineata	0		50	7% 280	16% 2845		5% 760	6% 630	873	12% 1700
Nitzschia prolongatoides	1		15	1	38		92	33	1	30
Nitzschia heimil								1		150
Navicula criophila							33	70	35	30
Elsdiatomeen, zusammengefaßt	146		2733	1951	7959		24207	31142	14738	16753
Diatomeen, zusammengefaßt	290		3116	2760	9865		26143	33051	17524	52881

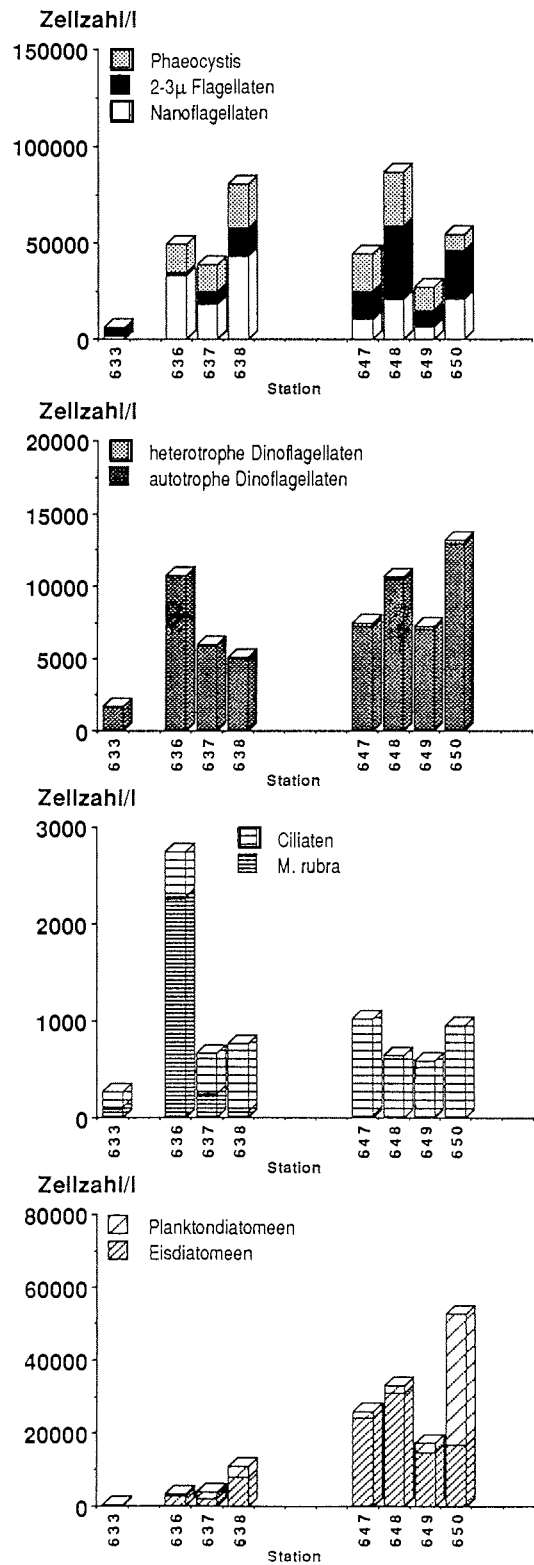


Abb. 41: Zellkonzentrationen der verschiedenen Planktongruppen in der Oberflächenschicht während des Süd-Nord-Schnitts im Frühjahr (linke Seite: Süden; rechte Seite: Norden)

Tabelle 6: Entwicklungen der Konzentrationen der Protistenplankter nach Fröhjrsbeginn in der Oberflächenschicht der nördlichen und südlichen Weddellwirbelplanke und der nordöstlichen Küstenpolynya im Vergleich zum Spätwinter. Die Fröhjrsstationen 647 und 650 können nur mit Einschränkungen mit den Winterstationen 494 bis 491 bzw. 487 verglichen werden, da diese nur am südlichen bzw. nördlichen Rand der jeweiligen Gebiete lagen.  
(Skala: deutliche Zunahme: + + , Zunahme: + , geringe Zunahme: + o und o+ , gleichbleibend: o , geringe Abnahme: o - und - o , Abnahme: - , deutliche Abnahme: - -)

	südöstliches Weddellmeer			nordöstliches Weddellmeer		
	Stationen auf dem Nord-Süd-Schnitt: 504 - 501	499, 498		494 - 491	490, 489	487
Stationen auf dem Süd-Nord-Schnitt:	633, 636	637, 638		647	648, 649	650
Phaeocystis Schwärmer, 2x1 µm und 3x2 µm	+	+		o	-	-
Phaeocystis Schwärmer, 5-7 x 4-6 µm	+	+		-o	-	-
Phaeocystis Schwärmer, zusammengefaßt	+	+		-	-	-
Flagellaten 2-3µm	-o	+o		o	o+	o
Cryptophyceae, Typ a	++	+		+	o	o
Cryptophyceae, Typ b	-	-				
Cryptophyceae, Typ c						
Pyramimonas sp.	+	o+		o	-	o
Chrysophceencysten	o	+		o+	+	+
"olive green cells"	o	o				
Distephanus speculum	o			--	--	
Phaeocystis Kolonien, oder - Kolonieteile	+	+		+	+	+
Dinofl. autotroph, 30-50 µm und > 50 µm	o+	+		o	+	+
Dinofl. autotroph 30-20 µm	-	-o		-o	o	o+
Dinofl. autotroph 20-10 µm	+	o		o	o	o
Dinofl. autotroph < 10 µm	o	+		o	o	o
Dinofl. autotroph, zusammengefaßt	+	+		o	o	o
Dinofl. athekat, heterotroph > 20; 25 µm	-o	+		o	o	-
Dinofl. athekat, heterotroph <20; 25 µm	-	-		-	-	-
Dinofl. athekat, heterotroph, zusammengefaßt	-	-		-	-	-
Protoperdinium spp.	+	o+		+	+	-
Dinoflagellaten, zusammengefaßt	o	o		o	o	o
Ciliaten, alorikate, ohne Myrionecta rubra	+	++		o+	+	+
Myrionecta rubra	+	+		+	+	-
Myrionecta rubra, kleine Form	+	++		-	-	-
Tintinnina	o	+		+	+	o
Thalassiosiraceae 50-85 µm und ≥ 90 µm	+	+		o	o	-
Thalassiosiraceae 50-40 µm	+	+		o	-o	-
Thalassiosira spp. 35-17 µm	+	++		-	--	--
Thalassiosira gracilis, - perpusilla	+	++		--	--	--
Rhizosolenia alata	+	++		-	-	-
Rhizosolenia antarctica	o+	+		-	-o	-
Rhizosolenia chunii					o	-
Rhizosolenia antennata f. semispina	o+	+		-	-	o
Corethron criophilum	o	+		o+	+	++
Dactylosolen antarcticus				-	-	-
Eucampia balaustium	+	o		o	o	o+
Leptocylindrus mediterraneus mit Epiphyten	o+	o+		o	o	-
Chaetoceros bulbosum f. cruciata		o+		+	o	-
Chaetoceros bulbosum var. Schimperiana		+		o	+	+
Chaetoceros atlanticum				-	-	--
Chaetoceros atlanticum-dichaeta					--	--
Chaetoceros dichata		+		-	o	o
Chaet. atl. - bulb. - dich. Gruppe zusammengefaßt					-	-
Chaetoceros peruvianum				-	-	-
Chaetoceros pendulum				--	--	-
Chaetoceros convolutum		+		--	--	-o
Chaetoceros criophilum		-		--	--	o
Chaetoceros Typ b		+		--	--	--
Chaetoceros deflandrei		+		-	o	+
Chaetoceros skeleton				+	+	-
Chaetoceros neogracile	o+	o		o	-	-
Chaetoceros neglectum		+		-	o-	+
Chaetoceros curvisetum				-	-	-
Thalassiothrix antarctica	-	+		-	o-	o-
Planktische Diatomeen, zusammengefaßt	+	++		-	-	-
Tropidoneis Vanheurkil	+	+		+	+	-
Tropidoneis glacialis, - antarctica	+	+		+	+	-o
Nitzschia curta, - ritscheri	+	+		o	o	-
Nitzschia kerguelensis	o+	o		o	o-	-
Nitzschia cylindrus, kleine Form	+	+		+	+	o
Nitzschia angulata	+	+		+	o	o
Nitzschia closterium	o+	+		+	+	+
Nitzschia subcurvata	o	+		+	+	+
Nitzschia turgiduloides, - lineola	+	+		+	-	-
Nitzschia prolongatoides	+	+		+	+	+
Nitzschia heimii					o	-
Navicula criophila	-	o		-	+	+
Eisdiatomeen, zusammengefaßt	+	+		+	+	-
Diatomeen, zusammengefaßt	+	+		+	o	-



Die Anzahlen der 2- 3 µm großen Flagellaten waren auf den nördlichen Stationen der südlichen Wirbelflanke und auf den Eisrandstationen leicht gegenüber den Winterkonzentrationen erhöht.

Die Zellkonzentrationen des *Cryptophyceae* Typ a waren im südöstlichen Weddellmeer etwa zehnmal so hoch wie im Winter. Auf den südlichen Eisrandstationen (647 und 648) waren sie fünfmal so hoch und auf den beiden nördlichsten Stationen ungefähr gleich hoch wie im Winter. Der *Cryptophyceae* Typ c trat im Frühjahr nicht auf.

Die Konzentrationen von *Pyramimonas* sp. hatten nach der Schmelze in der südlichen Flanke zugenommen; auf den Eisrandstationen waren sie gleich geblieben bzw. hatten etwas abgenommen.

Chrysophyceencysten, die im Winter außer auf Station 490 nur selten aufgetreten waren, waren im Frühjahr auf der nördlichsten Station im südöstlichen Weddellmeer (Station 638) und auf den Eisrandstationen in höheren Konzentrationen vorhanden.

*Distephanus speculum* trat im Frühjahr wieder nur im nordöstlichen Weddellmeer auf, jedoch nur ganz vereinzelt.

Die Gesamtzahlen der athekaten Dinoflagellaten im südöstlichen (Stationen 633- 638) und im nordöstlichen Weddellmeer (Stationen 647- 650) waren im Frühjahr nicht deutlich höher als im Winter. Der Anteil der großen autotrophen Dinoflagellaten lag in beiden Gebieten etwas höher. Im Frühjahr wurde diese Größengruppe von mehr verschiedenen Arten der Gattungen *Gymnodinium*, *Amphidinium* u.a. gestellt. Die kleineren Dinoflagellaten waren in der Wassersäule in ungefähr gleich hohen Konzentrationen wie im Spätwinter vertreten. Heterotrophe athekate große Dinoflagellaten traten in ähnlichen Dichten wie im Winter im Norden und in etwas höheren Dichten im Süden auf. Diese Größengruppe wurde im Frühjahr von mehr Arten gestellt. Die kleinere Größengruppe der athekaten heterotrophen Dinoflagellaten war im Frühjahr im Gegensatz zum Winter nur noch in sehr geringen Konzentrationen vorhanden.

*Protoperidinium* Arten traten im südöstlichen Weddellmeer auch im Frühjahr in sehr geringen Dichten auf. Im Norden im Eisrandgebiet (Stationen 647- 650) waren deutlich mehr Individuen als im Winter in der Wassersäule vorhanden. Dies beruhte hauptsächlich auf der Zunahme von *Protoperidinium defectum*.

Auf den südlichen Stationen des Schnittes waren die Dichten der athekaten Ciliaten fünf- bis zehnmal so hoch wie im Winter; auf den Eiskantenstationen waren die Konzentrationen in der oberflächenschicht nur zwei- bis dreimal so hoch. Der größte Anteil der Ciliaten setzte sich auf diesem Schnitt wieder aus verschiedenen Arten der Gattung *Strombidium* zusammen. Im Frühjahr waren jedoch auch die Zellzahlen von verschiedenen Arten der Gattung *Tontonia* und *Lohmaniella* etwas erhöht. Einige Exemplare aus den Gattungen *Didinium* und *Lacrymaria* traten wie im Winter regelmäßig in geringen Dichten auf. Als neue Ciliatenformen wurden holotriche Ciliaten auf den südlichen und in etwas größeren Anzahlen auf den nördlichen Stationen beobachtet. *Didinium gargantua* war neu auf den Eiskantenstationen vorhanden.

*Myrionecta rubra* war im Winter in sehr unterschiedlichen Konzentrationen, jedoch überwiegend in der Nähe der Eiskante vorhanden gewesen. Im Frühjahr waren dagegen die Dichten im Süden deutlich erhöht. Von Station zu Station waren die Konzentrationen wieder sehr unterschiedlich. Im Norden betrug die Dichten der kleinen Form dieser Art nur etwa ein Fünftel bis ein Zehntel der entsprechenden Winterkonzentrationen.

Die Konzentrationen der Tintinnen waren im Frühjahr auf den südlichsten Stationen so gering wie im Winter. Auf der nördlichsten Station im südöstlichen Weddellmeer (Station 638) und auf den Eisrandstationen (647 bis 650) waren die Dichten etwas erhöht. Dies war bedingt durch das häufigere Auftreten von *Amphorellopsis* Arten. *Laakmaniella naviculefera* und *Salpingella accuminata* traten dort in ähnlichen Dichten wie im Winter auf; außerdem waren im Frühjahr einige *Codonellopsis* sp. und wenige *Cymatocylis* sp. vorhanden.

Im Frühjahr war die Anzahl der zentrischen, planktischen Diatomeen im südöstlichen Weddellmeer deutlich höher als im Winter. Die Konzentrationen nahmen auf den Stationen 637 und besonders 638 stark zu, dies war vor allem auf die Zunahme der 17- 35 µm großen

*Thalassiosira* spp. und *Thalassiosira gracilis*, - *perpusilla* zurückzuführen. Die Konzentrationen der planktischen Diatomeen auf den Stationen im nordöstlichen Weddellmeer waren im Winter um das Zehn- bis Hundertfache höher gewesen als im Süden. Die erhöhten Konzentrationen zur Eiskante hin beruhten zu jener Jahreszeit hauptsächlich auf der Zunahme von *Thalassiosira* sp. 17- 30  $\mu\text{m}$ , *Thalassiosira gracilis*, - *perpusilla*, *Chaetoceros neogracile*, *Chaetoceros neglectum* und *Chaetoceros curvisetum*. Die Konzentrationen der planktischen Diatomeen in der Nähe der Eiskante betragen im Frühjahr etwa die Hälfte der Dichten auf den entsprechenden Stationen im Winter; dies war größtenteils auf die niedrigeren Anzahlen von *Chaetoceros neogracile* und das Fehlen von *Chaetoceros curvisetum* zurückzuführen. Ansonsten wurde die Gruppe der planktischen Diatomeen im Frühjahr von den gleichen Arten wie im Winter dominiert. Der deutliche Anstieg der Zellzahlen auf der letzten, im eisfreien Gebiet gelegenen Station 650 wurde durch die Zunahme von *Chaetoceros neglectum* bewirkt.

Die Eisdiatomeen waren im Winter im südöstlichen Weddellmeer in geringeren Anzahlen als im nordöstlichen Weddellmeer vorhanden gewesen. Im Frühjahr waren die Konzentrationen im Süden ca. fünfmal so hoch und stiegen bis Station 638 auf das Fünfzehnfache an. Diese Zunahme wurde hauptsächlich von *Nitzschia cylindrus* (kleine Form) und auch von *Nitzschia turgiduloides*, - *lineola* bewirkt. Diese beiden Formen waren auch im Winter - zusammen mit *Nitzschia kerguelensis* - für die relativ höheren Konzentrationen im nordöstlichen Weddellmeer und für die Zunahme zur Eiskante hin verantwortlich gewesen. Im Frühjahr waren die Konzentrationen von *Nitzschia kerguelensis* in der Nähe der Eiskante und auch im südöstlichen Weddellmeer ungefähr genauso hoch wie im Winter. Die Dichten von *Nitzschia turgiduloides*, - *lineola* lagen insgesamt betrachtet in der Nähe der Eiskante sogar etwas tiefer. Nur die Zelldichten von *Nitzschia cylindrus* (kleine Form) waren in diesem Gebiet ungefähr fünfmal so hoch, und deshalb dort für die Zunahme der Zellzahlen der Eisdiatomeen verantwortlich.

#### 3.3.1.2.1 Der Gehalt an Protistenkohlenstoff

In der Tabelle 7 sind die durchschnittlichen Konzentrationen des Protistenkohlenstoffes in der Oberflächenschicht angegeben. Die PPC/Chlorophyll *a* Verhältnisse lagen auf diesem Schnitt zwischen 13 und 27 und die PPC/PZC Verhältnisse lagen zwischen 0,9 und 2,3. Die PRC Konzentrationen und PRC/Chlorophyll Verhältnisse zeigten, daß auch im Frühjahr ein großer Teil des POC in der Wassersäule nicht vom Phytoplankton oder Protozooplankton stammte.

Die Konzentrationen des Dinoflagellatenkohlenstoffes waren im Frühjahr in der südlichen Wirbelflanke etwas höher als im Winter bedingt durch die Zunahme der Biomasse der autotrophen Dinoflagellaten. Im Eiskantengebiet waren die Konzentrationen nicht wesentlich höher als im Winter. Die PZC Konzentrationen der athekaten heterotrophen Dinoflagellaten lagen im Süden und im Norden etwas niedriger, dafür waren die PZC Anteile der *Protopteridinium* Arten erhöht. Die Konzentrationen des Ciliaten Kohlenstoffes waren im südöstlichen Weddellmeer im Frühjahr wesentlich höher als im Winter (fünf bis zehnmal), auf den Eiskantenstationen lagen die Konzentrationen etwas höher als im Süden und waren nur ungefähr doppelt so hoch wie die Winterkonzentrationen in diesem Gebiet. Anstiege der PRC Konzentrationen wurden im südöstlichen Gebiet auch durch die starke Zunahme des Diatomeen PPC bewirkt, wobei die relative Zunahme der PPC-Konzentrationen im Vergleich zu den Winterkonzentrationen bei der Gruppe der planktischen Diatomeen größer war als bei der Gruppe der Eisdiatomeen. Im Eiskantengebiet war nur eine geringe Zunahme des Diatomeenkohlenstoffes zu verzeichnen. Die Gesamt-PPC Konzentrationen waren deshalb in der Nähe der Eiskante nicht wesentlich höher als im Winter.

Tabelle 7: Protistenplanktonkohlenstoffkonzentrationen (PRC) in der Oberflächenschicht auf den Stationen des Süd-Nord-Schnitts im Frühjahr aufgeschlüsselt nach den häufiger vertretenen Arten bzw. Gruppen; vgl. Tabelle 5

Stationen:	Küstenpolynya				nördliche Weddellwirbellanke				
	PRC pg/Zelle	PRC ng/l, 633	PRC ng/l, 636	PRC ng/l, 637	PRC ng/l, 638	PRC ng/l, 647	PRC ng/l, 648	PRC ng/l, 649	PRC ng/l, 650
<b>Hauptgruppen, dominante Formen</b>									
Phaeocystis Schwärmer, 2x1 µm und 3x2 µm	4 - 5	8,09	54,00	54,00	92,25	80,25	105,45	50,70	36,00
Phaeocystis Schwärmer, 5-7 x 4-6 µm	8	0,00	16,00	18,40	20,00	12,80	35,73	5,33	
Phaeocystis Schwärmer, zusammengefaßt		8	70	72	112	93	141	56	36
Flagellaten 2-3 µm	3 - 4	8,61	6,65	22,75	49,44	50,40	131,83	29,28	87,50
µ-Flagellaten zusammengefaßt		17	77	95	162	143	273	85	124
Cryptophyceae, Typ a	7 - 9	9,81	187,50	127,50	66,56	80,00	160,00	50,50	157,50
Cryptophyceae, Typ b	10								
Cryptophyceae, Typ c	7								
Pyramimonas sp.	9	5,50	75,15	11,70	11,02				1,80
Nanoflagellaten, zusammengefaßt		15	263	139	78	80	160	51	159
Chrysophyceencysten	5				5,00	5,00	3,50	3,50	5,00
"olive green cells"									
Distephanus speculum	500					0,50	0,50	0,50	0,50
Phaeocystis Kolonien, oder - Kolonietelle	100	0,10	5,00	7,00	18,80	0,10	0,10	20,00	2,00
Dinof. autotroph, 30-50 µm und > 50 µm	2000	12,62	120,00	220,00	170,00	300,00	323,33	210,00	380,00
Dinof. autotroph 30-20 µm	400	8,77	58,00	92,00	69,50	136,00	125,33	67,33	152,00
Dinof. autotroph 20-10 µm	200	330,77	1400,00	720,00	627,50	900,00	1186,67	920,00	1860,00
Dinof. autotroph < 10 µm	5	0,19	17,50	10,00	8,50	11,50	20,67	11,00	15,50
Dinof. autotroph, zusammengefaßt		352	1596	1042	876	1348	1656	1208	2408
Dinof. athekat, heterotroph > 20; 25 µm	2000	28,46	2,00	100,00	82,00	187,33	134,00	253,33	280,00
Dinof. athekat, heterotroph <20; 25 µm	200	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Dinof. athekat, heterotroph, zusammengefaßt		29	2	100	82	188	134	254	280
Protoperdinium spp.	3000	10,50	3,00	90,00	3,00	181,00	61,00	85,00	135,00
Dinoflagellaten, zusammengefaßt		392	1601	1232	961	1716	1851	1547	2823
Ciliaten, alorikate, ohne Myrionecta rubra	2500	392,79	1150,00	1075,00	1681,25	2458,33	1550,00	1383,33	2250,00
Myrionecta rubra	200	10,00	12,00	12,00	7,60	4,00		2,80	0,20
Myrionecta rubra, kleine Form	50	2,90	111,00	9,00	1,50				
Myrionecta rubra, zusammengefaßt		12,90	123,00	21,00	9,10	4,00		2,80	0,20
Tintinnina	2500	2,50	2,50	2,50	37,50	25,00	30,00	25,00	75,00
Thalassiosiraceae 50-85 µm und ≥ 90 µm	2500	42,02	2,50	50,00	47,81	229,17	225,00	284,17	350,00
Thalassiosiraceae 50-40 µm	1000	30,38	70,00	40,00	60,63	41,67	33,33	76,67	150,67
Thalassiosira spp. 35-17 µm	200	15,46	30,00	29,00	143,63	57,00	52,00	70,00	150,00
Thalassiosira gracilis, - perpusilla	50	0,77	5,00	15,00	15,00	0,05	0,05	5,00	25,00
Rhizosolenia alata	1000		20,00	40,00	104,38	133,33	196,67	140,00	166,67
Rhizosolenia antarctica	500					0,33	0,00	13,50	15,00
Rhizosolenia chunii	900						0,90	33,00	108,30
Rhizosolenia antennata f. semispina	1000		1,00	1,00	34,38	0,67	0,67	1,00	20,00
Corethron criophilum	2000	8,46	80,00	180,00	327,50	187,33	463,33	723,33	1340,00

Tabelle Z: Fortsetzung

Stationen:	Küstenpolynya		südliche Weddellwirbellanke				nördliche Weddellwirbellanke			
	Hauptgruppen, dominante Formen	PRC pg/Zelle	PRC ng/l, 633	PRC ng/l, 636	PRC ng/l, 637	PRC ng/l, 638	PRC ng/l, 647	PRC ng/l, 648	PRC ng/l, 649	PRC ng/l, 650
Dactyliosolen antarcticus	1000						1,00		1,00	20,00
Eucampia balaustrum	1000	32,31		1,00	1,00	0,00		1,00	0,00	127,00
Leptocylindrus mediterraneus mit Epiphyten	500			0,25		0,50			0,33	0,50
Chaetoceros bulbosum f. cruciata	100				0,10	0,06	1,33	3,33	1,60	10,00
Chaetoceros bulbosum var. Schimperiana	100				0,10	1,25	9,70	33,67	12,00	56,33
Chaetoceros atlanticum	100						1,33	0,10	0,10	
Chaetoceros atlanticum-dichaeta	100							0,00	0,00	
Chaetoceros dichchaeta	100				2,00		0,07	13,00	0,10	26,00
Chaet. atl.,- bulb.,- dich. Gruppe zus.gefaßt	100				2,20	1,31	12,43	50,10	13,80	92,33
Chaetoceros peruvianum	100								0,10	
Chaetoceros pendulum	100									1,00
Chaetoceros convolutum	100					0,10				2,50
Chaetoceros criophilum	200									0,20
Chaetoceros Typ b	100				0,10			0,10	1,00	4,00
Chaetoceros deflandrei	100					7,19				5,00
Chaetoceros skeleton	100						3,70	2,00	1,40	0,00
Chaetoceros neogracile	2 - 3						2,50	1,00	0,25	0,50
Chaetoceros neglectum	10				1,50	3,75	1,25	1,00	12,40	320,00
Chaetoceros curvisetum	10									
Chaet. neglectum, - curvisetum, zus.gefaßt	10				1,50	3,75	1,25	1,00	12,40	320,00
Thalassiothrix antarctica	1000	0,08	0,00	0,00	43,75		1,00	73,33	75,00	120,00
Planktische Diatomeen, zusammengefaßt		129	210	360	790		671	1100	1452	3019
Tropidoneis Vanheurkil	500	2,33	60,00	125,00	154,06		145,00	87,50	86,67	6,67
Tropidoneis glacialis, - antarctica	1500	1,50	52,50	52,50	1,50		37,50	1,50	90,50	60,00
Nitzschia curta, - ritscheri	400	48,15	84,00	68,00	32,50		66,67	72,00	43,33	72,00
Nitzschia kerguelensis	100	1,71			2,50		60,00	122,67	81,50	120,00
Nitzschia cylindrus, kleine Form	1 - 3		4,60	2,00	7,50		43,47	56,00	24,00	25,00
Nitzschia angulata	200	0,20	0,20	5,00			10,73		10,73	60,00
Nitzschia closterium	30		0,03	2,10	5,16		8,60	15,15	12,15	7,20
Nitzschia subcurvata	40	0,03	0,04	4,80	29,55		6,67	12,80	8,53	14,80
Nitzschia turgiduloides, - lineola	50		2,50	14,00	142,25		38,00	31,50	43,67	85,00
Nitzschia prolongatoides	40	0,04	0,60	0,04	1,52		3,68	1,33	0,03	1,20
Nitzschia heimii	200							0,13		30,00
Navicula criophila	200						6,67	14,00	7,00	6,00
Eisdiatomeen, zusammengefaßt		54	204	273	377		427	415	408	488
Diatomeen, zusammengefaßt		183	414	633	1166		1098	1515	1860	3506
PPC, autotrophe		581	2477	1938	2314		2679	3608	3231	6205
PZC, heterotrophe		434	1158	1268	1804		2852	1775	1747	2740
PRC, gesamt		1015	3635	3205	4118		5531	5383	4978	8945
Durchschnitt Chl a µg/l		0,03	0,17	0,10	0,14		0,21	0,21	0,19	0,23
Durchschnitt PPC/Chl a		17	15	19	17		13	17	17	27
Durchschnitt PPC/PZC		1	2	2	1		1	2	2	2
Durchschnitt PRC/Chl a		30	21	31	30		27	26	26	39

### 3.3.1.2.2 Vergleich der Verbreitungsmuster im Frühjahr und im Spätwinter

Die südlichste Station (633) des Süd-Nord-Schnittes lag am Rande des Kontinentalschelfes und war bis zum Boden durchmischt. Zur Zeit der Probennahme war die Polynya an diesem Küstenstreifen geschlossen, die Station war wie die folgenden Stationen in der südlichen Wirbelflanke (636-638) eisbedeckt. Die schmelzende Eisdecke über den Stationen in der Nähe der Eiskante (647- 649) war durch mehrere kilometerbreite Streifen freien Wassers unterbrochen, Station 650 war eisfrei. Diese Station lag wie die nördlichste Station im Winter (487) im offenen Wasser. Jedoch lag Station 487 auf 54° 39'S und war 400 km und Station 650 auf 58° S nur ca. 50 km vom Packeis entfernt. Station 487 lag nicht im Weddellwirbel, sondern im Zirkumpolarwasser. Nach Schmelzbeginn im Frühjahr war der Unterschied zwischen dem oberen ausgesüßten Weddellmeer-Oberflächenwasser und dem salzärmeren, wärmeren Zirkumpolarwasser in der Nähe der Eiskante nicht so deutlich wie zwischen dem Zirkumpolarwasser und dem Weddell- Winterwasser (WW) vor der Schmelze (Kapitel.3.1.1.2). Die nördlichste Station im Frühjahr (650) kann als eine Übergangstation zwischen Weddellmeer und zirkumpolarem Ozean angesehen werden. Vor diesem Hintergrund sollen die im Winter aufgestellten Verbreitungsgruppen (Abb. 40) besonders die, die sich unter anderem auf die nördlichste Station beziehen, mit den Verbreitungsmustern im Frühjahr verglichen werden. Formen, die ohne erkennbare Muster auf allen Stationen vereinzelt zu finden waren, sind in der Tabelle 20 im Anhang aufgeführt. Die Entwicklungen der Ausbreitungsmuster in der nördlichen und in der südlichen Wirbelflanke und in der Küstenpolynya vom Spätwinter zum Frühjahr werden in der Tabelle 8 dargestellt.

Die Arten *Rhizosolenia antarctica*, *Rhizosolenia chunii* und *Nitzschia heimii* der **Gruppe 1** traten an der Eiskante im Frühjahr in ähnlichen Verbreitungsmustern wie im Winter auf; eine Zunahme der Zelldichten wurde nicht beobachtet. *Leptocylindrus mediterraneus* war auch auf der nördlichsten Station in Gegensatz zum Winter nur in ganz geringer Anzahl vorhanden und war im nördöstlichen und im südöstlichen Weddellmeer in ähnlich geringen Dichten wie im Winter verbreitet. Auf den Stationen 638 bis 650 waren wie im Winter Zellen von *Leptocylindrus mediterraneus* im oberen WDW z.T. mit mehreren Flagellatenkränzen vorhanden. *Chaetoceros curvisetum* wurde im Frühjahr nicht gefunden. *Chaetoceros skeleton* trat im Frühjahr im Gegensatz zum Winter im ganzen Eiskantengebiet jedoch nicht auf der nördlichsten Station (650) auf.

Zusammenfassend für die Arten der Gruppe 1 waren bis auf *Chaetoceros curvisetum* und *Chaetoceros skeleton* im Frühjahr keine deutlichen Veränderungen festzustellen.

*Protoperidinium* Arten aus der **Gruppe 2** traten auf allen Eiskantenstationen in höheren Dichten auf, im Süden waren die Dichten nur etwas höher als im Winter. *Eucampia balaustium* war in ähnlichen Verbreitungsmustern wie im Winter verteilt und zusätzlich in höheren Konzentrationen ganz im Süden in der Polynyastation (633) vorhanden. Insgesamt waren die Verbreitungsgebiete der Arten aus Gruppe 2 erweitert, ähnelten jedoch den Wintermustern.

Aus der **Gruppe 3** war im Frühjahr *Distephanus speculum* im gleichen Gebiet wie im Winter verbreitet, trat jedoch nur noch ganz vereinzelt auf. Choanoflagellaten, *Chaetoceros atlanticum*, *Chaetoceros pendulum*, *Chaetoceros peruvianum* und *Dactyliosolen antarcticus* traten wieder im nördöstlichen Weddellmeer auf, jedoch dort nur auf den nördlichsten Stationen und in z.T. deutlich geringeren Zellzahlen. Die Form *Chaetoceros atlanticus-dichaeta* wurde nicht mehr festgestellt. *Chaetoceros* Typ c trat ebenfalls nur auf den nördlichsten Stationen auf, jedoch auf Station 650 in höheren Zellzahlen als im Winter.

Dagegen wurde *Chaetoceros bulbosum* f. *cruciata* bereits ab der Station 637 gefunden; das Gleiche galt für *Chaetoceros dichaeta* und *Chaetoceros neglectum*. Die Zelldichten dieser Arten hatten auch auf den Eiskantenstationen etwas zugenommen. Im Frühjahr wurden von *Chaetoceros dichaeta* im nordöstlichen Gebiet nicht nur Zellen normaler Größe wie im Winter, sondern außerdem zu ungefähr gleichen Anteilen kleine Zellen (ca. 8 x 10 µm) gefunden.

*Chaetoceros bulbosum* var. *Schimperiaana*, *Rhizosolenia antennata* f. *semispina* und *Thalassiosira gracilis*, - *perpusilla* waren im Frühjahr gleichmäßiger sowohl im Norden als auch im Süden verteilt, jedoch in deutlich geringeren Dichten als im Winter. *Chaetoceros convolutum* wurde vereinzelt auf der Station 638 gefunden und sonst nur noch auf Station 650. *Chaetoceros* Typ b war im Eiskantengebiet in geringen Dichten nur noch auf den nördlichsten Stationen zu finden, trat jedoch vereinzelt neu im südlichen Weddellmeer auf.

Aus der **Gruppe 4** trat *Chaetoceros criophilum* im Frühjahr nur im Norden und dort nur am Rand des Weddellwirbels auf der nördlichsten Station ganz vereinzelt auf. *Nitzschia kerguelensis* und *Thalassiothrix antarctica* waren in den gleichen Gebieten und in ähnlichen Abundanzen wie im Winter vorhanden. Die *Thalassiosira* Species (Durchmesser 17 - 35 µm) waren im Norden vorwiegend *Thalassiosira frenguelli*, - *frenguelliopsis* und einige *Thalassiosira gravis*. Die Zelldichten waren dort ungefähr so hoch wie im Winter. Die *Thalassiosira* Zellen dieser Größe im Süden waren größtenteils *Thalassiosira antarctica*, deren Zellzahlen waren im Gegensatz zum Winter erhöht. Die *Thalassiosiraceae* größer als 35 µm Durchmesser waren im nordöstlichen Weddellmeer fast ausschließlich *Thalassiosira lentiginosa*. Diese Art war im Frühjahr im Norden in ungefähr gleichen Dichten in der Wassersäule zu finden, trat jedoch - in deutlich geringeren Anzahlen - auch im südöstlichen Gebiet auf. Dort stellten *Porosira pseudodenticulata* und *Stellarima microtrias* den Hauptanteil in dieser Größenklasse; deren Zelldichten waren im Vergleich zum Winter deutlich erhöht. Die Konzentrationen von *Chaetoceros neogracile*, *Rhizosolenia alata* und aller Größenklassen der *Thalassiosiraceae* waren somit im Norden gleichgeblieben oder hatten abgenommen und im südöstlichen Weddellmeer zugenommen. Die Konzentrationen von *Tropidoneis glacialis*, - *antarctica* und *Nitzschia cylindrus* (kleine Form) hatten sowohl im Norden als auch im Süden zugenommen.

Aus der **Gruppe 5** waren die 2- 3 µm großen Flagellaten wie im Winter mit geringeren Zellzahlen sowohl im Südosten als im Nordosten verbreitet. Flagellaten (mittlere, kleine und große Form) von *Phaeocystis* sp., *Nitzschia curta*, - *ritscheri* (incl. einiger *N. sublinearis* und *N. obliquecostata*), der *Cryptophyceae* Typ a, alrikate Ciliaten (ohne *Myrionecta rubra*), *Corethron criophilum*, *Nitzschia turgiduloides*, - *lineola* und *Tropidoneis Vanheurkii* waren wie im Winter im Norden und im Süden verbreitet, jedoch bestand zwischen den Zelldichten in beiden Gebieten nur noch ein geringer Unterschied. Die Dichten von *Nitzschia curta*, - *ritscheri* und der *Phaeocystis* Flagellaten hatten nur im Süden zugenommen und im Norden etwas abgenommen. Die Konzentrationen aller anderen Formen hatten im Süden und auch im Norden zugenommen.

*Nitzschia angulata* aus der **Gruppe 6** war im Frühjahr nicht nur im nördlichen, sondern auch im südöstlichen Teil verbreitet. Kolonien oder Kolonieteile von *Phaeocystis* sp. und *Nitzschia closterium* waren sowohl im Norden als auch im Süden in viel höheren Konzentrationen vorhanden.

Das Verbreitungsmuster von *Chaetoceros deflandrei* aus der **Gruppe 7** war im Frühjahr ganz anders als im Winter. Die Zellen wurden auf der nördlichsten Station des südöstlichen Gebietes (638) und nur noch auf der nördlichsten Station des Schnittes (650) gefunden.

Von den Arten der **Gruppe 8** fehlten im Frühjahr der *Cryptophyceae* Typ c und *Chaetoceros castracanei*. *Chaetoceros bulbosum* (Solitärform) trat auf der südlichsten Eiskantenstation und weiter südlich als im Winter, bis zum Polynyagebiet auf. Über das Auftreten im mittleren Bereich können keine Aussagen gemacht werden, da dieses Gebiet im Frühjahr nicht beprobt wurde. Die Zellkonzentrationen waren wie im Winter sehr niedrig (1 bis 10 Zellen/l).

Die Verbreitungsmuster der Formen aus der **Gruppe 9** können aus oben angeführten Gründen nicht direkt verglichen werden. *Strombidium* cf. *strobilus* schien in der nördlichen Wirbelflanke in ähnlichen Mustern wie im Winter aufzutreten, wurde aber nicht im Norden der südlichen Flanke gefunden. *Rhizosolenia alata* f. *truncata* (schmale Form) trat wiederum in der Mitte (Stationen 638 und 647) auf, war jedoch nicht so weit nach Norden verbreitet wie im Winter. Denn ab den Stationen 648 bis 650 wurde nicht mehr die schmale Form von *Rhizosolenia alata* f. *truncata*, sondern die breite Form gefunden. Beide Formen traten wie im Winter in sehr geringen Dichten auf.

Die Zusammensetzung der Tintinnen (**Gruppe 10**) war im Frühjahr diverser. Sie traten auf allen Stationen auf, wobei die Dichten auf der nördlichsten Station des südöstlichen Weddellmeeres und auf allen Stationen des nordöstlichen Weddellmeeres erhöht waren. Das Verteilungsmuster, die Zelldichten und die Zunahme der Artenzahl ähnelte den Mustern der Gattung *Protoperdinium* (Gruppe 2).

Tabelle 8: Entwicklungen der Verbreitungsmuster der Mitglieder der verschiedenen Spätwintergruppen 1 bis 15 (Abb. 42) in der nördlichen und südlichen Weddellwirbelplanke und in der nordöstlichen Küstenpolynya im Frühjahr  
(+: Ausdehnung, -: Verkleinerung, o: keine Änderung des Verbreitungsgebietes)

	südöstliches Weddellmeer	nordöstliches Weddellmeer
<b>Gruppe 1)</b>		
<i>Chaetoceros curvisetum</i>		-
<i>Nitzschia</i> cf. <i>heimii</i>		
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>		o
<i>Rhizosolenia antarctica</i>		
<i>Rhizosolenia chunii</i>		
<i>Chaetoceros skeleton</i>		+
<b>Gruppe 2)</b>		
<i>Eucampia balaustium</i>	+	o
<i>Protoperdinium</i> spp.	+	+
<b>Gruppe 3)</b>		
<i>Dactyliosolen antarcticus</i>		
<i>Chaetoceros atlanticum</i>		
<i>Chaetoceros atlanticum-dichaeta</i>		
<i>Chaetoceros peruvianum</i>		-
<i>Chaetoceros pendulum</i>		
<i>Chaetoceros</i> Typ c (Sektion <i>Phaeoceros</i> )		
<i>Distephanus speculum</i>		
<b>Choanoflagellaten</b>		
<i>Chaetoceros bulbosum</i> f. <i>cruciata</i>		
<i>Chaetoceros convolutum</i>		
<i>Chaetoceros</i> Typ b (Sektion <i>Phaeoceros</i> )	+	-
<i>Rhizosolenia antennata</i> f. <i>semispina</i>		
<i>Thalassiosira</i> spp., ø ca. 10 µm (vorw. <i>T. gracilis</i> , selten <i>T. perpusilla</i> )		
<i>Chaetoceros bulbosum</i> var. <i>Schimperiana</i>		
<i>Chaetoceros dichchaeta</i>	+	+
<i>Chaetoceros neglectum</i>		
<b>Gruppe 4)</b>		
<i>Chaetoceros criophilum</i>	-	-
<i>Chaetoceros neogracile</i>		
<i>Rhizosolenia alata</i>		
<i>Thalassiosiraceae</i> ø 17- 35 µm: im Norden vorw. <i>T. frenguelli</i> , - <i>opsis</i> , einige <i>T. gravida</i>		
im Süden <i>T. antarctica</i>	+	-
<i>Thalassiosiraceae</i> ø > 35 µm: im Norden vorw. <i>T. lentiginosa</i> , wenige <i>T. maculata</i>		
im Süden vorw. <i>Porosira pseudodenticulata</i> , <i>Stellarima microtrias</i> , wenige <i>Porosira glacialis</i>		
<i>Tropidoneis glacialis</i> , - <i>antarctica</i>	+	+
<i>Nitzschia cylindrus</i> (kleine Form)		
<i>Nitzschia kerguelensis</i>	o	o
<i>Thalassiothrix antarctica</i>		
<b>Gruppe 5)</b>		
<i>Nitzschia curta</i> , - <i>ritscheri</i> (incl. einige <i>N. sublinearis</i> und <i>N. obliquecostata</i> )	+	-
<i>Phaeocystis</i> sp. Flagellaten (kleine, mittlere, große Form)		
<i>Corethron criophilum</i> , <i>Tropidoneis Vanheurkii</i>	+	+
Ciliaten, alorikate (ohne <i>Myrionecta rubra</i> )		
<i>Cryptophyceae</i> Typ A		
Flagellaten, 2- 3 µm	o	o

Tabelle 8: Fortsetzung

	südöstliches Weddellmeer	nordöstliches Weddellmeer
<b>Gruppe 6)</b>		
<i>Nitzschia angulata</i>	+	0
<i>Nitzschia closterium</i>	+	+
<i>Phaeocystis</i> sp. Kolonien		
<b>Gruppe 7)</b>		
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>deflandrei</i>	+	0
<b>Gruppe 8)</b>		
<i>Chaetoceros castracanei</i>	-	-
<i>Cryptophyceae</i> Typ C		
<i>Chaetoceros bulbosum</i> (Solitärform)	+	0
<b>Gruppe 9)</b>		
<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>truncata</i> (schmale Form)	0	0
<i>Strombidium</i> cf. <i>strobilus</i>		
<b>Gruppe 10)</b>		
Tintinnen (vorw. <i>Salpingella accuminata</i> und <i>Laakmaniella naviculefera</i> )	+	+
<b>Gruppe 11)</b>		
<i>Porosira pseudodenticulata</i>	+	-
<i>Myrionecta rubra</i>	+	0
<b>Gruppe 12)</b>		
Chrosophyceencysten ( <i>Archaeomonadiceae</i> )	+	+
<b>Gruppe 13)</b>		
<i>Cryptophyceae</i> Typ b	-	+
"olive green cells"	-	-
<b>Gruppe 14)</b>		
<i>Stellarima microtrias</i> (z.T. Dauersporen), <i>Porosira glacialis</i>	+	
<i>Odontella weissflogii</i>		
<i>Thalassiosira antarctica</i>	+	+
<i>Nitzschia taeniiformis</i>		
<b>Gruppe 15)</b>		
Dinoflagellaten, autotrophe	+	0
Dinoflagellaten, heterotrophe	-	-



*Myrionecta rubra* aus der **Gruppe 11** war im Frühjahr wieder in wechselnden Konzentrationen in der Wassersäule vorhanden, jedoch lag das Schwergewicht der Verbreitung nicht wie im Winter im nordöstlichen, sondern im südöstlichen Teil des Weddellmeeres. *Porosira pseudodenticulata* trat im Frühjahr nur im südöstlichen Weddellmeer auf, jedoch dort in höheren Zelldichten (siehe Gruppe 4).

Crysophyceencysten (**Gruppe 12**) traten im Frühjahr auf den südlichsten Stationen nur vereinzelt auf, waren jedoch auf der nördlichsten Station des südlichen Gebietes (638) und auf allen Stationen des nördlichen Gebietes in deutlich höheren Zellzahlen vorhanden.

Die Verbreitungsmuster der Formen der **Gruppe 13** waren im Frühjahr ganz anders: "olive green cells" wurden auf allen Stationen außer Station 650, jedoch immer nur unter der Pyknokline gefunden. Der *Cryptophyceae* Typ b trat nur im Norden auf den Eiskantenstationen auf (647 bis 649). Beide Formen waren jedoch wie im Winter nur vereinzelt vorhanden.

Die Arten der **Gruppe 14** waren auch im Frühjahr im südlichen Teil des südöstlichen Weddellmeeres verbreitet, jedoch reichte das Verbreitungsgebiet meist weiter nach Norden über den Küstenstrom bzw. das Polynyagebiet hinaus. Nur *Porosira glacialis* war wie im Winter nur ganz im Süden verbreitet. *Odontella weissflogii*, *Stellarima microtrias* (wieder z.T. als Dauersporen) und *Nitzschia taeniiformis* traten bis zur Station 638 auf. *Thalassiosira antarctica* war im gesamten südöstlichen Gebiet in höheren Konzentrationen vorhanden (siehe Gruppe 4), diese Art und *Nitzschia taeniiformis* traten außerdem ganz vereinzelt im Eiskantengebiet auf.

Die Verbreitungsmuster und auch die Konzentrationen der athekaten Dinoflagellaten (**Gruppe 15**) hatten sich nicht wesentlich verändert. Die Dichten der heterotrophen Dinoflagellaten hatten etwas abgenommen, die der autotrophen hatten im südöstlichen Weddellmeer etwas zugenommen und waren im nordöstlichen Weddellmeer ungefähr gleich geblieben.

### 3.3.1.2.3 Das mikroskopische Erscheinungsbild der Planktonproben

Choanoflagellaten waren in niedrigen Abundanzen auf den Stationen in der Nähe der Eiskante und etwas häufiger auf der nördlichsten Station 650 vorhanden. Sie waren jedoch auch im Frühjahr stark beschädigt und konnten nicht identifiziert oder gezählt werden. Die *Phaeocystis* Kolonien waren auf allen Stationen zerfranst und wirkten sehr schleimig. Im südöstlichen Weddellmeer waren die Kolonien oder Kolonieteile zuweilen mit Zellen von *Nitzschia cylindrus* und *Nitzschia turgiduloides*, - *lineola* verklebt. Im nordöstlichen Teil waren die Koloniestücke mit diesen Eisdiatomeenarten und außerdem mit *Nitzschia closterium* Zellen verklebt. In allen Proben, in denen diese Kolonien auftauchten, wurden die charakteristischen fünfstrahligen Sterne der Schwärmerzellen von *Phaeocystis* sp. gefunden; sie bildeten wie im Winter in einigen Proben Aggregate. Im Frühjahr wurden auf allen Stationen im Gegensatz zum Winter regelmäßig einige geplatzte athekate Dinoflagellaten und Ciliaten (etwa 30/l) gefunden.

Die Schalen der Arten aus der *Chaetoceros* Sektion *Phaeoceros* sahen - außer *Chaetoceros bulbosum* (Solitärform), *Chaetoceros bulbosum* f. *cruciata* und *Chaetoceros bulbosum* var. *Schimperia* - auf allen Stationen außer Station 650 ledrig aus; das Zellplasma war zusammengezogen und oft waren die Enden der Borsten abgebrochen. Die Zellen von *Corethron criophilum* waren auf allen Station bis auf Station 650 ledrig, dünnchalig und das Plasma war zusammengezogen. Nur die schmale Form sah vitaler aus. Diese *Chaetoceros* Arten und *Corethron criophilum* sahen jedoch auf der nördlichsten Station 650 sehr vital aus; die Schalen waren fest und das Zellplasma nicht mehr zusammengezogen. *Chaetoceros neglectum*, die auf dieser Station in hohen Anzahlen auftrat, sah dort und auch auf den südlicher gelegenen Stationen vital aus. Die Thalassiosiraceae sahen im Süden und im Norden vital aus. Nur bei *Thalassiosira lentiginosa*, die hauptsächlich im Eisrandgebiet auftrat, war der Plasmainhalt der Zellen oft zusammengezogen. Auf allen Stationen waren die meisten Ketten von *Rhizosolenia alata* f. *gracillima* und f. *inermis* und von *Rhizosolenia antennata* f. *semispina* abgebrochen, und der Plasmainhalt war bei vielen dieser Zellen zusammengezogen. Auf den Stationen 649 und 650 waren einige ganz kurze Zellen von *Rhizosolenia alata* f. *gracillima* vorhanden. Von *Rhizosolenia alata* f. *truncata* sahen die schmale sowie die breite Form vital aus. Die Zellen von *Thalassiothrix antarctica* waren wie auf dem Hinweg im Winter oft abgebrochen und des Zellplasma war zusammengezogen bzw. fehlte. Die Zellen traten auch im Frühjahr meist einzeln auf.

Alle Arten der Eisdiatomeen schienen auf dem ganzen Schnitt in einem guten physiologischen Zustand zu sein. Bedacht werden muß jedoch, daß die Beurteilung des Zustandes bei den kleinen und den stark verkieselten pennaten Arten im Vergleich zu den großen Eisdiatomeen und planktischen Diatomeen erschwert ist.

Auf dem Süd-Nord-Schnitt wurden einige Flagellaten, Dinoflagellaten und Ciliaten, die in Teilung waren, gefunden, es waren jedoch nicht auffallend viele. Auch von *Tropidoneis Vanheurkii*, *Nitzschia turgiduloides*, - *lineola*, *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, *Nitzschia kerguelensis*, *Nitzschia cylindrus* (kleine Form), *Thalassiosira* spp. ( $\varnothing$  17- 30  $\mu$ m) und *Chaetoceros neglectum* wurden regelmäßig, aber nicht außergewöhnlich häufig Teilungsstadien beobachtet.

Auf diesem Schnitt im Frühjahr wurden sehr wenige Dauersporen und nur eine Auxospore von *Thalassiosira* gefunden. Auf der Station 647 waren einige Zellen von *Chaetoceros* an den Borsten mit runden ca. 5  $\mu$ m großen runden Parasiten bewachsen.

Auf der nördlichsten Station (650) waren 7% von *Chaetoceros neglectum* leere Zellen. Dort waren auch viele leere Zellen von *Distephanus speculum* in der Oberflächenschicht vorhanden. Bei der letzten Art könnte es sich jedoch bedingt durch die Probennahme um gerade verlassene Zellen handeln. Von *Corethron criophilum*, *Thalassiosira* spp., *Thalassiothrix antarctica*, *Nitzschia cylindrus* (kleine Form) und *Nitzschia turgiduloides*, - *lineola* waren im südöstlichen Teil sehr selten leere Schalen in der durchmischten Schicht vorhanden. Im nordöstlichen Teil war die Anzahl der leeren Zellen bei diesen Formen etwas höher. Die Anteile schwankten zwischen 10 und 50 % der intakten Zellen. Von *Nitzschia curta*, - *ritscheri* wurden sehr unterschiedliche Anteile leerer Schalen - zwischen 50 und 200 % bezogen auf die Anzahl intakter Zellen - gefunden. Die Anteile der leeren Schalen betragen bei *Nitzschia kerguelensis* im südöstlichen Weddellmeer 40 bis 50 %. Auf den Stationen 636 und 637 waren, obwohl keine intakten gefunden wurden, ungefähr gleichviel leere Schalen wie auf den Nachbarstationen in der Oberflächenschicht, im nordöstlichen Weddellmeer waren es auf der südlichsten Station (647) 50 % und nördlich davon in Richtung des Eisrandes ca. 20% der intakten Zellen. Von den meisten anderen Arten wurden im Süden wie im Norden kaum leere Schalen gefunden.

In den Proben des Süd-Nord-Schnittes waren wie auf dem Nord-Süd-Schnitt im Winter in der Oberflächenschicht (**WW**) und im warmen Tiefenwasser (**WDW**) abgebrochene Stacheln von *Chaetoceros criophilum*, sowie stark angelöste Schalenhälften von *Actinocyclus actinochilus*, *Asteromphalus hookeri*, *Asteromphalus hyalinus* und *Thalassiosira lentiginosa* vereinzelt, jedoch regelmäßig vorhanden.

Nur auf der Station 638 wurden wenige Dinoflagellaten mit ingestierten Diatomeen gefunden. In der Oberflächenschicht und im darunterliegenden warmen Tiefenwasser (**WDW**) waren wie im Winter vereinzelt, jedoch regelmäßig Nesselkapseln von Hydrozoa einzeln oder zu mehreren verknäuel in den Proben zu finden.

Auf den Stationen in der südlichen Wirbellanke waren in der Wassersäule wenig Reste von Euphausiaceen-Kotschnüren und vereinzelt Kotballen von Copepoden vorhanden. Sehr wenige kleine Kotballen ( $\varnothing$  50 bis 300  $\mu$ m), z.T. mit angelösten Diatomeenschalen, wurden gefunden. Auf den Eiskantenstationen wurden ebenfalls einige Copepodenkotballen und kleine Kotballen festgestellt. Die kleinen Kotballen bestanden jedoch im Gegensatz zu denen auf den südlichen Stationen nicht aus ein bis zwei pennaten oder zentrischen Diatomeenarten, sondern aus mehreren planktischen auf diesen Stationen vorkommenden Arten. Auf diesen nördlichen Stationen wurden deutlich mehr Reste von Euphausiaceen-Kotschnüren als im Süden gefunden. Diese Reste bestanden wie im Winter aus Bruchstücken von pennaten Eisdiatomeen und ganzen leeren Zellen; diese waren wieder meist *Nitzschia kerguelensis*. Diese Kotschnürenreste besaßen jedoch im Gegensatz zum Winter nicht eine bräunliche, sondern meist eine weißliche Farbe. Dies bedeutete, daß der größte Teil des organischen Inhalts nicht mehr vorhanden war und sie zum größten Teil aus partikulärem Silikat bestanden.

Der Gehalt an kleinen undefinierbaren Stücken und besonders an hyalinen Flocken nahm auf den Stationen im südöstlichen Weddellmeer von Süden nach Norden besonders auf den Stationen 637 und 638 stark zu, wobei die Proben aus den oberen Metern jeweils am flockenreichsten waren und der Gehalt nach unten zur Pyknokline hin abfiel. Die Proben auf den beiden südlichen Eiskantenstationen (647 und 648) waren nicht so flockenreich wie Station 638, enthielten jedoch viele andere nicht identifizierbare Partikel. Die weiter nördlich

gelegenen Stationen 649 und 650 waren sehr flocken- und partikelreich. Das mikroskopische Erscheinungsbild des größten Teils der Flocken und die horizontalen Verteilungsmuster der *Phaeocystis* Kolonien und - Reste legen den Schluß nahe, daß diese für die meisten der in den Proben vorhandenen Flocken verantwortlich waren. Wie auf den Stationen 637 und 638 waren auf den Eiskantenstationen die oberen Proben partikel- und flockenreicher als darunter. Die POC - und PON Konzentrationen zeigten das gleiche Muster. Dieser vertikale Gradient stimmte mit der Struktur der Oberflächenschicht überein: Die vom Schmelzwasser beeinflusste obere Schicht war detritusreicher; die Proben aus dem unvermischten Winterwasser waren flocken- und partikelärmer. Die Chlorophyllkonzentrationen waren auf der Station 647 in der gesamten Oberflächenschicht gleich; auf den drei nördlicheren Stationen nahmen die Konzentrationen in den unteren Horizonten der schmelzwasserbeeinflussten Schicht zu (Kapitel 3.1.2). Offensichtlich waren die Detrituspartikel und Flocken und nicht die Phytoplankter für den größten Teil der POC - und PON Konzentrationen verantwortlich.

#### 3.3.1.2.4 Die Vertikalverteilung der Protisten in der Oberflächenschicht

Im Winter bildet das Winterwasser (WW), das durch die Meereisbildung seine charakteristischen Eigenschaften erhält, die Oberflächenschicht im Weddellmeer. Während des Schnittes durch das östliche Weddellmeer im Frühjahr waren auf vielen Stationen durch Zumischung von Schmelzwasser aus dem Meereis die Salzgehalte im oberen Bereich der Oberflächenschicht leicht erniedrigt, und die Temperaturen waren etwas erhöht (Kapitel 3.1.1.2). Die Konzentrationen vieler Plankter waren in den ausgesüßten Horizonten höher als darunter. In der Tabelle 9 sind die Arten gekennzeichnet, bei denen Aussagen zur Vertikalverteilung gemacht werden können. Die südlichste Station, die Schelfstation in der Küstenpolynya (633) war bis zum Boden durchmischt, und ein Schmelzwassereinfluß war nur ganz schwach in den oberen 30 m erkennbar. Auf der Station 636 lagen in den oberen 40 m die Dichten geringfügig niedriger als darunter, und auf der Station 637 waren die Dichten in den oberen 25 m ganz wenig erniedrigt. Auf der Station 638 waren die Dichten in den oberen 50 m deutlich niedriger als darunter. Auf den Eiskantenstationen außer auf der nördlichsten Station (650) waren die Salzgehalts- und auch die Temperaturunterschiede zum darunterliegenden Winterwasser ähnlich wie auf der Station 638, jedoch reichten diese Schichten dort bis in 70 bzw. 90 m Tiefe. Auf der nördlichsten Station war die schmelzwasserbeeinflusste ungefähr 90 m mächtige Schicht und das darunterliegende Winterwasser mit Zirkumpolarwasser aus dem Norden vermischt, weshalb die Dichteunterschiede zwischen diesen beiden Schichten äußerst gering waren.

Auf der südlichsten noch in der Polynya gelegenen Station waren die Arten in den oberen 30 m konzentriert. Die Abnahme der Dichten verlief ähnlich wie das Chlorophyllprofil auf dieser Station. Auf der Station 636 waren die nackten Ciliaten, *Myrionecta rubra* und die größeren Dinoflagellaten, von den Diatomeen *Rhizosolenia alata*, die Thalassiosiraceae mittlerer Größe, und *Nitzschia cylindrus* (kleine Form) im oberen Horizont konzentriert. Auf der Station 637 waren im Horizont des Winterwassers keine Proben genommen worden, so daß eine vertikale Aufschlüsselung nicht möglich war. Auf der Station 638 waren zusätzlich zu den bei 636 erwähnten Arten die Gruppe der kleinen athekaten Dinoflagellaten, der großen heterotrophen athekaten Dinoflagellaten, alle anderen Flagellaten, Kolonien von *Phaeocystis*, *Chaetoceros bulbosum* var. *Schimperiana*, *Chaetoceros deflandrei*, *Chaetoceros neglectum*, *Corethron criophilum*, alle Größengruppen der Thalassiosiraceae, *Thalassiothrix antarctica* und alle anderen auf dieser Station vorkommenden pennaten Diatomeen in deutlich höheren Konzentrationen in der oberen salzärmeren Schicht vorhanden. Auf der südlichsten Eiskantenstation (647) kamen alle Arten, die auf Station 638 in der oberen Schicht konzentrierter waren, außer der Gruppe der kleinen Dinoflagellaten, *Chaetoceros neglectum* und *Tropidoneis glacialis*, - *antarctica* ebenfalls viel häufiger in der Schmelzwasserschicht vor. Zusätzlich waren Tintinnen und die erstmals in etwas größeren Anzahlen auftretenden *Protoberidinium* Species und *Chaetoceros bulbosum* f. *cruciata* sowie die neu auftretenden Arten *Chaetoceros atlanticus* und *Chaetoceros skeleton* oben in größeren Konzentrationen vorhanden. Diese inhomogenen Verteilungsmuster der einzelnen Arten wurden bis auf wenige Ausnahmen auch auf den beiden folgenden Stationen beobachtet. Auf der Station 649 waren zusätzlich die dort neu in höheren Dichten auftretenden Arten *Rhizosolenia antarctica* und *Rhizosolenia chunii* sowie Koloniereste von *Phaeocystis* sp. in der oberen Schicht höher konzentriert. Auf der südlichsten Station 650 waren die Flagellaten und Kolonien von *Phaeocystis* sp., *Chaetoceros bulbosum* var. *Schimperiana*, *Rhizosolenia alata*, *Rhizosolenia*

Tabelle 9: Vertikalverteilungen der Protistenplankter in der Oberflächenschicht auf dem Süd-Nord-Schnitt im Frühjahr (+: höhere Konzentrationen im vom Schmelzwasser beeinflussten oberen Bereich, + o, o + : geringer Unterschied, o: kein Unterschied, -: niedrigere Konzentrationen im vom Schmelzwasser beeinflussten oberen Bereich)

	Köpol.	südl. Wirbellanke	nördliche Wirbellanke				
	633	636 637 638	647 648 649 650				
Phaeocystis Schwärmer, 2x1 µm und 3x2 µm	+	o	+	+	+	+	+
Phaeocystis Schwärmer, 5-7 x 4-6 µm		o	+	+	+	+	
Phaeocystis Schwärmer, zusammengefaßt	+	o	+	+	+	+	+
Flagellaten 2-3µm	+	o	+	+	+	+	o
Cryptophyceae, Typ a	+	o	+	+	+	+	o
Cryptophyceae, Typ b							
Cryptophyceae, Typ c							
Pyramimonas sp.	+	+	o				-
Chrysochocencysten			o	o	o	o	o
"olive green cells"							
Distephanus speculum							
Phaeocystis Kolonien, oder - Kolonietelle	+		+			++	+
Dinofl. autotroph, 30-50 µm und > 50 µm	+	+	+	+	+	+	o
Dinofl. autotroph 30-20 µm	+	+	+	+	+	+	o
Dinofl. autotroph 20-10 µm	+	o	+	o	+	o	o
Dinofl. autotroph < 10 µm	+	o	o	o	+	o	o
Dinofl. autotroph, zusammengefaßt	+	o	+	o+	+	o	o
Dinofl.athekat, heterotroph > 20; 25 µm	+		+	+	+	+	o
Dinofl.athekat, heterotroph <20; 25 µm							
Dinofl.athekat, heterotroph, zusammengefaßt	+		+	+	+	+	o
Protoperdinium spp.	+			+	+	+	o
Dinoflagellaten, zusammengefaßt	+	o	+	o+	+	o	o
Ciliaten, alorikate, ohne Myrionecta rubra	+	o	+	+	+	+	o
Myrionecta rubra	+	o	+	+	+	+	
Myrionecta rubra, kleine Form	+	+	+				
Tintinnina			o	+	o	+	o
Thalassiosiraceae 50-85 µm und ≥ 90 µm	+		+	+	+	+	o
Thalassiosiraceae 50-40 µm	+	+	+	+	+	+	+
Thalassiosira spp. 35-17 µm	+	o	+	+	o	+	o
Thalassiosira gracilis, - perpusilla	+	o	o			o	o
Rhizosolenia alata		+	+	+	+	+	+
Rhizosolenia antarctica						+	o
Rhizosolenia chunii						+	+
Rhizosolenia antennata f. semispina			+				o
Corethron criophilum	+	o	+	+	+	+	o
Dactyliosolen antarcticus							o
Eucampia balaustium	+						+
Leptocylindrus mediterraneus mit Epiphyten							
Chaetoceros bulbosum f. cruciata				+	+	+	o
Chaetoceros bulbosum ver. Schimperiana			+	+	+	+	+
Chaetoceros atlanticum				+			
Chaetoceros atlanticum-dichaeta							
Chaetoceros dichæta					o		o
Chaet. atl. - bulb. - dich. Gruppe zus.gefaßt			+	+	+	+	+
Chaetoceros peruvianum							o
Chaetoceros pendulum							o
Chaetoceros convolutum							o
Chaetoceros criophilum							o
Chaetoceros Typ b						o	o
Chaetoceros deflandrei			+				
Chaetoceros skeleton				o+	o	o	
Chaetoceros neogracile			o	o	o	o	o
Chaetoceros neglectum			+	o	o	+	o
Thalassiothrix antarctica					+	+	o
Planktische Diatomeen, zusammengefaßt	+	o+	+	+	+	+	o
Tropidoneis Vanheurkil	+	o	+	+	+	+	+
Tropidoneis glacialis, - antarctica		o		o		+	o
Nitzschia curta, - ritscheri	+		+	+	o	o+	o
Nitzschia kerguelensis	+		+	+	+	+	o+
Nitzschia cylindrus, kleine Form		+	+	+	+	++	o
Nitzschia angulata				+		+	o
Nitzschia closterium			+	+	+	+	o
Nitzschia subcurvata			+	o+	+	+	+
Nitzschia turgiduloides, - lineoia		o	+	+	+	+	o
Nitzschia prolongatoides		-	+	o+	+		o
Nitzschia heimil							o
Navicula criophila				+	o	o	o
Eisdiatomeen, zusammengefaßt	+	++	+	++	+	++	o
Diatomeen, zusammengefaßt	+	++	+	++	+	++	o

*chunii*, die mittlere Größengruppe der Thalassiosiraceae, *Nitzschia kerguelensis*, *Nitzschia subcurvata*, *Tropidoneis Vanheurkii* und die auf diesem Schnitt auf Station 650 erstmals in größeren Zahlen auftretende Art *Eucampia balaustium* in höheren Konzentrationen in der Schmelzwasserschicht als darunter vorhanden. Alle anderen Arten waren auf dieser Station gleichmäßig in der gesamten Oberflächenschicht verteilt.

Auf dem Nord-Süd-Schnitt im Spätwinter und dem Süd-Nord-Schnitt im Frühjahr wurde ein beträchtlicher Anteil der Gruppe der alorikaten Ciliaten von *Strombidium cf. diversum* und *Strombidium cf. hadai* gestellt. Diese und *Myrionecta rubra* waren im Winter, soweit bei den geringen Ciliatendichten erkennbar und deutlicher sichtbar im Frühjahr in den oberen Horizonten im südöstlichen Gebiet höher konzentriert als darunter. Auf den Stationen in der Nähe der Eiskante waren diese vertikalen Gradienten nicht so deutlich ausgeprägt.

#### 3.3.1.2.5 Der Phytoplankton- und Partikelgehalt im warmen Tiefenwasser

Auf diesem Schnitt im Frühjahr waren unter der Pyknokline Proben bis in ungefähr 300 m Tiefe genommen worden.

Die Zusammensetzung der Arten ähnelte den Verhältnissen im Winter: Direkt unter der Pyknokline waren die oben abundanten Arten in geringeren Dichten vorhanden. Nach unten hin nahmen die Zellzahlen aller Gruppen stark ab, und die Anteile der leeren Diatomeenschalen, der verletzten Ciliaten und Flagellaten nahmen zu. Die meisten Dinoflagellaten sahen in diesen Tiefen intakt aus. Im Frühjahr wurden im Gegensatz zum Winter nur im warmem Tiefenwasser "olive green cells" gefunden.

Im Frühjahr waren von *Nitzschia kerguelensis* umgekehrt mehr leere Zellen im Norden als im Süden vorhanden. Die Konzentrationen waren ungefähr so hoch wie in der Oberflächenschicht.

Große Protozoa wurden im Frühjahr im oberen **WDW** nicht häufiger als in der Oberflächenschicht gefunden. *Stycholonche* sp. kam wie im Winter regelmäßig vereinzelt sowohl unversehrt als auch lädiert vor.

Im südöstlichen Weddellmeer waren in den Proben aus dem Tiefenwasser einige Reste von Euphausiaceen-Kotschnüren und wenige Bruchstücke von Diatomeen vorhanden. Der Gehalt an Detritusstückchen und schleimigen Flocken war ganz im Süden gering und nahm bis zur Station 638 stark zu. Auch auf den Stationen im nordöstlichen Weddellmeer waren einige Reste von Euphausiaceen-Kotschnüren und wenige Diatomeenbruchstücke im Tiefenwasser. Jedoch nahm der hohe Flocken- und Partikelgehalt im **WDW** auf der südlichsten Eiskantenstation (647) nach Norden hin zur Eiskante deutlich ab und war auf der Station 650 gering. Dies bedeutet, daß im warmen Tiefenwasser in der Mitte des Weddellwirbels der Gehalt am höchsten war. Vom **WDW** liegen für den südöstlichen Teil sehr wenig POC Messungen vor. In nordöstlichen Bereich waren die POC - und PON Konzentrationen im warmen Tiefenwasser auf der südlichsten Eisrandstation (647) so hoch wie im Winterwasser darüber. Die POC - und PON Konzentrationen nahmen weiter nach Norden ab. In diesem Gebiet spiegelten die POC und PON Werte deshalb die mikroskopisch beobachtete Detritusladung des Tiefenwassers wider.

### 3.3.1.3 Zusammenfassung der Ergebnisse zur Zusammensetzung und Entwicklung des Protistenplanktons im östlichen Weddellwirbel

Die Oberflächenschicht des östlichen Weddellmeeres war im Spätwinter (Anfang Oktober) und zum Frühjahrsbeginn (Anfang Dezember) von der gleichen Diatomeengesellschaft besiedelt. Bei den Dinoflagellaten und Ciliaten war die Formenvielfalt im Frühjahr etwas größer als im Spätwinter.

Im Winter konnten im östlichen Weddellwirbel bei den Diatomeen und einigen anderen Formen horizontal Besiedlungsmuster erkannt werden. Nach Frühjahrsbeginn waren bei einigen Arten die im Winter festgestellten Verbreitungsgebiete wiedererkennbar, jedoch ausgedehnt. Dies war hauptsächlich auf die höheren Zellkonzentrationen der entsprechenden Arten im Frühjahr zurückzuführen. Die Verbreitungsgebiete vieler mit Schwerpunkt im nordöstlichen Weddellmeer verbreiteten Arten waren nach Frühjahrsbeginn nicht soweit nach Süden ausgedehnt wie im Winter, bzw. die Zelldichten auf den südlichen Eisrandstationen waren deutlich niedriger.

Die Vertikalverteilung der Plankter war im Frühjahr nicht mehr so gleichmäßig wie im Winter. Sie spiegelte die beginnende Strukturierung der vormals weitgehend homogenen Oberflächenschicht der Wassersäule, sowie die beginnende Auflösung der Meereisstruktur wider.

Die Änderungen der Phytoplanktonbestände vom Winter zum Frühjahr waren im südöstlichen Weddellwirbelgebiet wesentlich tiefgreifender als im Norden im Eisrandgebiet. Im Süden hatten die Konzentrationen der Eisalgen und besonders der planktischen Diatomeen deutlich zugenommen. Im Eisrandgebiet wurden, obwohl die gesamte Phytoplanktonbiomasse ungefähr gleich groß war, Unterschiede in der relativen Zusammensetzung der abundanten Arten festgestellt. So waren die Anzahlen der Eisdiatomeen - besonders der kleinen *Nitzschia cylindrus* - deutlich höher als im Winter.

### 3.3.2 Die qualitative und quantitative Artenzusammensetzung in der Küstenpolynya

Im südöstlichen Küstenpolynyagebiet waren auf küstensenkrechten Schnitten vor dem Drescher Inlet vor und nach dem Einsetzen der Schmelze und im südlichen Polynyagebiet über dem Schelf nur vor Schmelzbeginn Schöpferproben zur Untersuchung der Artenzusammensetzung und Besiedlung der Wassersäule gewonnen worden (Kapitel 2; Tabelle 1). Zur Erfassung der selten auftretenden Formen waren auf einem Teil der Stationen der Drescherschnitte und der südlichen Stationen Anreicherungen durchgeführt worden (Kapitel 2; Tabelle 1). Zunächst wird auf die qualitative Besiedlung des Oberflächenwassers in der Küstenpolynya eingegangen. Die Entwicklung der Konzentrationen der abundanten Arten vor und nach Frühjahrsbeginn im Dreschergebiet wird anschließend dargestellt. Nach diesem Kapitel soll die Entwicklung der in diesem Gebiet selten auftretenden Formen dargestellt werden, die mit Hilfe der angereicherten Proben verfolgt werden konnte. Die Besiedlung des Tiefenwassers in der südöstlichen Polynya wird danach kurz aufgezeigt. Die qualitative und quantitative Artenzusammensetzung in der südlichen Küstenpolynya im Spätwinter werden anschließend mit der Besiedlung im südöstlichen Polynyagebiet verglichen.

#### 3.3.2.1 Die qualitative Artenzusammensetzung

Im Gebiet vor dem Drescher Inlet, im Gebiet der ca. 300 km weiter nördlich gelegenen Küstenpolynystationen der Packeischnitte (vor der Atka Bucht) und im südlichen Schelfgebiet, das etwa 350 km weiter südlich des Drescher Inlets lag, besiedelte die gleiche Protistenplanktongesellschaft die Wassersäule. In den folgenden Tabellen zu den durchschnittlichen Dichten sind die in der Oberflächenschicht häufiger auftretenden Arten aufgeführt. Die Arten, die auf den südlichsten Stationen der Packeischnitte vereinzelt angetroffen wurden (Dinoflagellat Typ n, die Diatomeen *Odontella weissflogii*, *Porosira glacialis*, *Nitzschia lecointei* und *Pinnularia* sp.) waren weiterhin regelmäßig in der Küstenpolynya vorhanden (Tabelle 20, Anhang). Weitere im Gebiet der Küstenpolynya festgestellte Formen waren: die Chrysophyceencysten *Triparma laevis* subsp. *laevis* und *Triparma laevis* subsp. *ramispina*, *Triparma strigata*, die Dinoflagellaten *Polykrikos* Typ a, *Protoperidinium antarcticum*, die Diatomeen *Chaetoceros* Typ a (Sektion *Hyalochaete*), *Coscinodiscus asteromphalus*, *Coscinodiscus oculoides*, *Melosira sphaerica*, *Thalassiosira koslovii*, *Thalassiosira ritscheri*, *Amphiprora oestrupii*, *Nitzschia cylindrus* (lange Form) und *Nitzschia stellata*. Die planktische Diatomee *Leptocylindrus mediterraneus* wurde im Küstenpolynyagebiet etwas häufiger als im Weddellwirbel in der Oberflächenschicht mit 1 bis 4 Epiphytenkränzen und erstmals ohne Epiphyten - doch dann oft als leere Zellen - festgestellt.

Zellen der Dinoflagellatenart *Podolampas antarctica*, der Ciliatenart *Didinium* cf. *gargantua*, der Diatomeenarten *Chaetoceros curvisetum*, *Chaetoceros* cf. *deflandrei*, *Chaetoceros forcipatus*, *Chaetoceros skeleton*, *Rhizosolenia simplex*, *Thalassiosira maculata* und *Nitzschia heimii*, die im Weddellwirbel auftraten, wurden im Küstenpolynyagebiet nicht festgestellt.

In der Tabelle 20 im Anhang sind zu den erwähnten außerdem alle anderen erkennbaren Arten und Formen angegeben, die sowohl bestandsbildend oder vereinzelt im Gebiet der Küstenpolynya als auch im Weddellwirbel auftraten. Die Mitglieder des Protistenplanktons werden im Folgenden wie zuvor in der Reihenfolge wie in den Zellzahllisten (Flagellaten, Dinoflagellaten, Ciliaten, Diatomeen) abgehandelt.

Der größte Anteil der Dinoflagellaten wurde wie im offenen Weddellmeer von Arten aus den Gattungen *Gymnodinium* und *Gyrodinium* und seltener *Amphidinium* und *Protoperidinium* gestellt. Es wurden im Polynyagebiet u. a. die gleichen *Protoperidinium* Arten festgestellt. Vereinzelt wurden wie im Packeisgebiet kleine thekate Dinoflagellaten gefunden. In der Küstenpolynya waren die nackten Ciliaten hauptsächlich Arten aus der Gattung *Strombidium*, selten wurden einige Exemplare aus den Gattungen *Tontonia* und *Lohmanniella* gefunden. *Strombidium* Arten traten äußerst selten auf. Im Packeisgebiet konnten im Winter und im Frühjahr einige Formen der Gattungen *Strombidium*, *Lacrymaria* und *Didinium* unterschieden werden. Die gleichen Formen wurden auch im Polynyagebiet gefunden. Die anderen Ciliatenarten aus den oben erwähnten Gattungen waren meistens kleiner ( $\varnothing$  um 30  $\mu\text{m}$ ) als die im offenen Weddellmeer ( $\varnothing$  um 50  $\mu\text{m}$ ). Holotriche Ciliaten wurden vor und nach der Eisschmelze nur vereinzelt in der Wassersäule festgestellt. Auch in der Küstenpolynya traten wie im Packeis-

gebiet im Winter und im Frühjahr große und kleine Zellen von *Myrionecta rubra* auf. Der größte Anteil der Tintinnen vor und nach Beginn des Frühjahrs in diesem Gebiet waren wie im Weddellwirbel die Arten *Salpingella accuminata* und *Laakmaniella naviculefera*. Außerdem traten in der Polynya regelmäßig einige *Cymatocylis* und *Tintinnopsis* Arten auf.

Die Gruppe der Thalassiosiraceae setzte sich an der südöstlichen Küste zusammen aus *Porosira glacialis*, *Porosira pseudodenticulata*, *Stellarima microtrias* (diese Art z.T. als Dauersporen), *Thalassiosira antarctica* und *Thalassiosira ritscheri*. Bestandsbildend waren bei den Größengruppen größer 50 µm und 50 bis 40 µm *Porosira pseudodenticulata* und *Stellarima microtrias* zu ungefähr gleichen Anteilen. *Thalassiosira ritscheri* wurde in der Küstenpolynya regelmäßig gefunden und stellte einen kleinen Teil der Größengruppe 50 bis 40 µm. Selten waren Zellen von *Porosira glacialis* und ganz vereinzelt von *Thalassiosira tumida*, deren Größen zwischen 60 und 120 µm lagen, und *Actinocyclus actinochilus*, deren Durchmesser sehr unterschiedlich waren (von 30 bis über 100 µm), vorhanden. Vereinzelt traten in diesem Gebiet die meist über 100 µm großen Arten *Coscinodiscus oculus-iridis* und einige wenige *Coscinodiscus asteromphalus* und *Coscinodiscus oculoides* auf. In ganz wenigen Fällen wurde *Thalassiosira lentiginosa*, jedoch meist als leere oder als lädierte Zellen gefunden. Die Größengruppe von 35 bis 17 µm wurde von *Thalassiosira antarctica* gestellt; die ca. 10 µm großen *Thalassiosira*-Species waren wieder zum größten Teil *Thalassiosira gracilis* und zum kleineren Teil *Thalassiosira perpusilla*.

Die *Nitzschia* Species aus der Gruppe *Fragillariopsis* setzten sich zusammen aus *Nitzschia curta*, *Nitzschia ritscheri*, *Nitzschia sublinearis* und *Nitzschia obliquecostata*. Den zahlenmäßig größten Anteil stellte *Nitzschia curta* (kleine und mittlere Größengruppe, Länge 10 - 25 µm bzw. Länge 25 - 45 µm). Einen kleinen Anteil machten *Nitzschia sublinearis* und einen noch geringfügigeren *Nitzschia ritscheri* in der mittleren Größengruppe aus. *Nitzschia obliquecostata* und *Nitzschia sublinearis* waren die Arten in der längsten Größengruppe (Länge > 50 µm); diese Größengruppe war jedoch nicht sehr häufig.

### 3.3.2.2 Die quantitative Artenzusammensetzung in der südöstlichen Küstenpolynya im Spätwinter

Da die Zellzahlen auf den vor der Schmelze durchgeführten Stationen sehr niedrig und die Chlorophyllverteilungen relativ homogen waren, wurden alle Proben aus der Oberflächenschicht zur Berechnung der Zellkonzentrationen zusammengefaßt. Anhand der Nährsalz- und der Salzgehalte wurde deutlich, daß die sehr weit vor der Küste liegende gemeinsame Station der Schnitte Drescher I und II - Station 511 - nicht mehr im Küstenstrom, sondern im Weddellwirbelwasser lag; Station 512 lag im Übergangsbereich. In den folgenden Kapiteln werden diese Stationen deshalb zuweilen gesondert aufgeführt. Zunächst sollen das Polynyagebiet vor der Atka Bucht (Stationen 503 und 504 des Nord-Süd-Schnittes) mit dem Dreschergebiet (Schnitte I, II und III) verglichen werden. In den Tabellen 10 und 11 und in den Abbildungen 42 und 43 sind die durchschnittlichen Konzentrationen der Arten, bzw. Planktongruppen in der Oberflächenschicht auf den Stationen der Drescherschnitte angegeben.

Die Dichten der 2 bis 3 µm großen Flagellaten lagen im Dreschergebiet (**Drescherschnitte I,II**) zwischen 1500 und 12000 Zellen/l und waren auf den Stationen **503** und **504** ungefähr gleich hoch. Im Gegensatz zu den Drescherstationen waren auf den Stationen 503 und 504 Flagellaten von *Phaeocystis* sp., *Cryptophyceae* Typ a und Typ c, sowie *Pyramimonas* sp. sehr selten, oder gar nicht vorhanden. Die Zelldichten der ersten drei Formen lagen auf den Drescherschnitten bei einigen Tausend und von *Pyramimonas* sp. bei einigen Hundert/l. Die Dichte des *Cryptophyceae* Typ b lag auf den Drescherschnitten I, II und III bei einigen Hundert/l und war auf Station 503 gleich hoch, auf 504 war diese Art nicht vorhanden. Die Konzentrationen der autotrophen und der heterotrophen Dinoflagellaten variierten stark, bewegten sich in beiden Gebieten jedoch in den gleichen Größenordnungen. Die Dichten der Ciliaten betragen einige Dutzend/l im Dreschergebiet und im Atkagebiet. Die große Form von *Myrionecta rubra* trat im Atkagebiet nur vereinzelt, und in nur geringen Dichten (0-80/l) im Dreschergebiet auf. Die kleine Form war nur auf Drescher I, II in höheren Anzahlen vorhanden. Die Konzentrationen der planktischen Diatomeen und der Eisdiatomeen schwankten in beiden Gebieten teilweise erheblich zwischen den einzelnen Stationen, sie lagen jedoch ungefähr in den gleichen Größenordnungen. Zusammenfassend betrachtet waren auf den Stationen vor der Küste im Atkagebiet und auf den Stationen des Drescherschnittes I, II die quantitativen Artenzusammensetzungen bis auf wenige Ausnahmen ungefähr gleich.



Auf der nicht mehr im Küstenstrom gelegenen **Station 511** war die sonst nur vereinzelt auftretende Eisdiatomee *Tropidoneis Vanheurkii* in höheren Dichten vorhanden; auch Zellen aus der *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe traten auf dieser Station in deutlich höheren Konzentrationen als auf den anderen Stationen der Schnitte I, II auf.

Die Konzentrationen der Plankter des Schnittes **Drescher III**, der ca. drei Wochen später als die Stationen 503 und 504, und die Schnitte Drescher I, II durchgeführt wurde, waren gleich oder noch niedriger. Die Zelldichten der 2 - 3 µm großen Flagellaten, der *Phaeocystis*- Schwärmer und von *Pyramimonas* sp. waren auf der Scheffstation 561 so hoch wie auf Drescher I, II. Auf der Station 563, die am unteren Kontinentalhang lag, waren die beiden ersten Formen in ca. drei mal so hohen Dichten vorhanden. Die Konzentrationen von *Cryptophyceae* Typ a und Typ b waren auf Drescher III so hoch wie auf Drescher I, II; Typ c fehlte ganz. Die Konzentrationen der autotrophen nackten Dinoflagellaten waren auf Drescher III niedriger, hauptsächlich verursacht durch das Fehlen der Großengruppe kleiner 10 µm. Die Dichten der kleinen athekaten heterotrophen Dinoflagellaten waren dagegen auf Drescher III höher. Die Konzentrationen der alorikaten Ciliaten waren auf den Drescher III-Stationen niedriger als auf Drescher I, II (sie betragen ca. 1/5). Die Konzentrationen der großen Form von *Myrionecta rubra* waren auf beiden Schnitten gleich hoch, jedoch trat die kleine Form auf Drescherschnitt III nicht auf. Auf den Drescher III-Stationen waren weniger planktische Diatomeen als bei Drescher I, II vorhanden, die Dichten der Eisdiatomeen waren ungefähr gleich.

Die anderen Stationen des Drescherschnittes III wurden nicht auf ihre Artenzusammensetzung untersucht. Die Chlorophyllkonzentrationen und die physikalischen und chemischen Charakteristika waren auf den Stationen 562, 564, 565 wie auf den Stationen 561 und 563. Es wird deshalb davon ausgegangen, daß sich die Muster der qualitativen und quantitativen Artenzusammensetzung nicht wesentlich von denen auf den Stationen 561 und 563 unterschieden.

Zusammenfassend kann deshalb festgestellt werden, daß im Gebiet vor dem Drescher Inlet kurz vor Einsetzen der Schmelze die Konzentrationen der Plankter - außer der der µ- Flagellaten - genauso hoch bzw. niedriger als während der Drescherschnitte I, II Mitte Oktober waren. Trotz zunehmender Lichteinstrahlung zum Winterende hatte kein nennenswerter Aufbau von Biomasse und sogar ein Abbau von Diatomeen-Biomasse stattgefunden.

### 3.3.2.3 Die quantitative Artenzusammensetzung in der südöstlichen Küstenpolynya im Frühjahr

Für die Berechnung der durchschnittlichen Zellkonzentrationen während der Frühjahrsschnitte Drescher V und VII wurden die Proben aus den oberen chlorophyllreicheren Horizonten der Oberflächenschicht verwendet. Die Werte aus dem oberen Bereich gaben während des Beginns des langsamen Aufbaus der seichten sommerlichen Deckschicht die Zellkonzentrationen wieder, die in dieser Schicht als Ausgangskonzentrationen zu erwarten waren. Diese Werte waren realistischer als eine Berechnung über die in der Küstenpolynya mehrere hundert Meter betragende Winterwasserschicht (**ESW**).

Die Stationen 604 und 626 (Drescherschnitte V bzw. VII) lagen wie Station 512 im Übergangsbereich zwischen Küstenstromwasser (**ESW**) und Weddellwirbelwasser (**WW**). Sie werden in der folgenden Aufzählung getrennt behandelt.

In der Tabelle 12 wird ein Überblick über die erkennbaren relativen Entwicklungen der Zellkonzentrationen in der Oberflächenschicht im Dreschergebiet gegeben. Außerdem werden die Zellkonzentrationen auf den außen gelegenen Stationen 511, 604 und 626 mit den weiter zur Küste hin gelegenen Stationen der jeweiligen Drescherschnitte I, II, V bzw. VII verglichen. Die absoluten Zellkonzentrationen der abundanten Gruppen bzw. Arten sind in den Abbildungen 44 und 45 und den Tabellen 13 und 14 dargestellt.

Station 604 wird zunächst bei folgendem Vergleich nicht berücksichtigt. Auf den Stationen des Schnittes **Drescher V**, der nach Beginn der Meereisschmelze am Anfang der zweiten Novemberhälfte durchgeführt wurde, waren die Konzentrationen der *Phaeocystis* Flagellaten zwei bis viermal höher als im gleichen Gebiet vor der Schmelze. Die Dichten der 2- 3 µm großen Flagellaten waren ungefähr so hoch wie im Winter. Auf diesem Schnitt wurden zum ersten Mal auf drei Stationen einige Koloniereste von *Phaeocystis* sp. und nur auf Station 603 einzelne

freie Koloniezellen von *Phaeocystis* sp. festgestellt. Der *Chryptophyceae* Typ a trat in doppelt so hohen Konzentrationen wie im Winter auf; Typ b war nur auf zwei Stationen und dort in ungefähr gleichen Konzentrationen wie im Winter vorhanden; Typ c trat nur auf der Schelfstation in geringeren Dichten auf und konnte bei den anderen Stationen gar nicht nachgewiesen werden. *Pyramimonas* sp. war im Gegensatz zum Winter auf Drescherschnitt V auf allen Stationen vorhanden und dort in zwei- bis zehnmal so hohen Konzentrationen. Sie nahmen zum ozeanischen Bereich hin zu. "olive green cells" wurden nur auf einigen Stationen gefunden, ihre Häufigkeit war gegenüber dem Winter unverändert. Der Bestand an autotrophen Dinoflagellaten war ungefähr so hoch wie auf den Drescherschnitten I, II; der der heterotrophen Dinoflagellaten etwas niedriger als auf den schelfnahen Stationen der Drescherschnitte I, II und III. Die Anzahlen der Ciliaten und der kleinen Form von *Myrionecta rubra* hatten sich nach Frühjahrsbeginn nicht erhöht, jedoch waren die Dichten der großen Form von *Myrionecta rubra* zwei bis fünfmal so hoch wie im Winter. Tintinnen und *Protopepidium* spp. traten wie im Winter meist nur vereinzelt auf.

Die Konzentrationen der planktischen Diatomeen lagen ungefähr zwei bis dreimal so hoch wie auf Drescher I, II; dies wurde fast ausschließlich durch die Zunahme der Thalassiosiraceae bewirkt. Von den Eisdiatomeen war *Tropidoneis Vanheurkii*, die im Winter nur auf der ozeanischen Station 511 häufiger (30 Zellen/l) vorkam, während Drescher V auf allen Stationen etwa in diesen Konzentrationen vorhanden. *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* nahmen nur auf den ozeanischen Stationen gegenüber dem Winter zu (Ausnahme Station 511).

Die Konzentrationen aller Formen schwankten auf dem Drescherschnitt V von Station zu Station, jedoch nicht mehr so sehr wie auf den Drescherschnitten vor der Schmelze. Die am Rande des Küstenstromes liegende Schnittstation 604 wies für einige Plankter höhere Konzentrationen auf: *Phaeocystis* Flagellaten waren ca. drei mal, die  $\mu$ -Flagellaten ca. fünf mal und die Cryptophyceen Typ a und Typ c ca. zehn mal häufiger (Tabellen 12 und 13). Dies galt auch für die autotrophen Dinoflagellaten, kleinen heterotrophen Dinoflagellaten und alonkaten Ciliaten. Alle diese Formen waren auf dieser Station in den oberen Bereichen der Oberflächenschicht höher konzentriert als darunter. Demgegenüber waren die Thalassiosiraceae (mit Ausnahme von *T. gracilis*, - *perpusilla*) etwas weniger häufig als auf den anderen ozeanischen Stationen dieses Schnittes. Die Konzentrationen der Eisdiatomeen blieben ungefähr gleich. Auf den Stationen 600 bis 603 des Drescherschnittes V hatten zusammenfassend betrachtet nach Einsetzen der Schmelze die Konzentrationen einiger kleiner Flagellatenarten, von *Myrionecta rubra*, der Thalassiosiraceae und der *Nitzschia* Species zugenommen. Auf der am Rande des Küstenstromes gelegenen Station 604 waren nach der Schmelze die Zellzahlen von noch mehr Formen angestiegen. Deren Dichten lagen außer bei den Diatomeen deutlich höher als auf den küstenwärts gelegenen Stationen.

Auch auf dem eine Woche später durchgeführten Schnitt **Drescher VII** schwankten die Konzentrationen der einzelnen Formen von Station zu Station. Die Zelldichten der 2 bis 3  $\mu$ m großen Flagellaten waren ungefähr so hoch wie auf Drescher V, die der *Phaeocystis* Flagellaten waren nur halb so hoch. Koloniereste von *Phaeocystis* wurden nur auf der äußersten Station (626) gefunden. Der *Cryptophyceae* Typ a und *Pyramimonas* sp. waren in ungefähr gleichen Dichten vorhanden, *Cryptophyceae* Typ b trat auf diesem Schnitt nur ganz vereinzelt auf und Typ c war im Gegensatz zu Drescherschnitt V auf allen Stationen dieses Schnittes und immer in höheren Dichten vorhanden. Die Konzentrationen der athekaten autotrophen und heterotrophen Dinoflagellaten hatten sich nicht verändert von Drescherschnitt V zu Schnitt VII (bezogen auf die Stationen 600 bis 603, Station 604 ausgenommen). Eine Zunahme der Zellzahlen der *Protopepidium* Arten auf ungefähr das Doppelte war zu erkennen. Die Bestände der Ciliaten und beider Größengruppen von *Myrionecta rubra* waren ungefähr so groß wie auf Drescher V. Auch die Anzahl der Tintinnen hatte nicht deutlich zugenommen.

Die Zellzahlen der planktischen Diatomeen waren außer auf der Station 625 etwas höher als auf Drescher V, was durch eine weitere Zunahme der Thalassiosiraceae und auch von *Corethron criophilum* bewirkt wurde. Die Konzentrationen der *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe waren auf allen Stationen so hoch wie auf den ozeanischen Stationen von Drescherschnitt V. Sie hatten sich somit auf den Stationen in Küstennähe erhöht. Eine Ausnahme bildete die am äußeren Rand des Küstenstroms gelegene Station 626, dort betragen die Konzentrationen dieser Gruppe nur ca. ein Fünftel der Werte auf den küstenwärts gelegenen Stationen. Auch die Konzentrationen der Thalassiosiraceae waren auf dieser Station nur halb so hoch und somit ungefähr so hoch wie auf der außen gelegenen Station 604 des Drescherschnittes V.

Zusammenfassend betrachtet hatten im Vergleich zum Drescherschnitt V unter der Oberfläche nur die Dichten des *Cryptophyceae* Typ c, der Thalassiosiraceae und auf den küstennahen Stationen außerdem die Dichten der *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe etwas zugenommen. Auf diesem Schnitt stiegen die Konzentrationen der Flagellaten und der Ciliaten zum ozeanischen Bereich hin an und die der Thalassiosiraceae fielen ab. Auf der am Rand des Küstenstroms gelegenen Station 626 waren die Dichten der Diatomeen im Vergleich zu den küstenwärts gelegenen Stationen noch deutlicher erniedrigt als auf der entsprechenden Station 604 von Drescherschnitt V.

Im folgenden Absatz soll die Küstenpolynyastationen des **Süd-Nord-Schnittes** im Frühjahr (633) mit den Stationen des Drescherschnitts VII verglichen werden: Die Vertikalverteilung der Biomasse auf der südlichsten Station des Packeischnittes (633) war ähnlich wie auf den Stationen des Drescherschnittes VII. Diese Schelfstation war, wie die Temperatur-, Salzgehalts- und Nährsalzkonzentrationsprofile zeigten, bis zum Boden durchmischt, jedoch fielen die Chlorophyllkonzentrationen in 50 m Tiefe auf etwa die Hälfte bis ein Viertel der Oberflächenwerte ab. Zum Vergleich dieser Ende November durchgeführten Station werden die Konzentrationen in den oberen Horizonten herangezogen.

Die Dichten der *Phaeocystis* Flagellaten, der  $\mu$ - Flagellaten, von *Cryptophyceae* Typ a und von *Pyramimonas* sp. waren ungefähr so hoch wie auf den Stationen von Drescher VII; die *Cryptophyceen* Typ b und Typ c waren nicht vorhanden. Die Dichten der athekaten auto- und heterotrophen Dinoflagellaten und von *Protoperdinium* spp. waren auf Station 633 ungefähr genauso hoch wie auf dem Drescherschnitt VII. Die Dichten von *Myrionecta rubra* und der Ciliaten waren auf der Station 633 nur direkt unter der Oberfläche sehr hoch. Die durchschnittlichen Dichten waren ungefähr genauso hoch wie auf den Stationen von Drescherschnitt VII. Die Dichten der planktischen Diatomeen waren gleich; diese wurden auch auf Station 633 fast ausschließlich von der Gruppe der Thalassiosiraceae gestellt. Auch die Zellzahlen von *Corethron criophilum* waren ungefähr so hoch wie auf Drescherschnitt VII. Die Eisdiatomeen setzten sich ebenfalls zum größten Teil aus der Gruppe *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* zusammen. Die Dichten waren ganz oben in der Oberflächenschicht ungefähr drei mal so hoch wie auf dem Drescherschnitt VII. Die Zusammensetzung des Phytoplanktons auf dieser etwas weiter nördlich gelegenen Polynyastation ähnelte insgesamt betrachtet den Zusammensetzungen auf den Stationen der nach Beginn der Meereisschmelze durchgeführten Drescherschnitte VII und auch V.

#### 3.3.2.4 Beobachtungen an den Anreicherungsproben in der südöstlichen Küstenpolynya

Die Zellkonzentrationen in den angereicherten Proben sind in den Tabellen 11, 13 und 14 mitaufgeführt und in der Tabelle 20 im Anhang mitberücksichtigt. Die abundanten Formen waren in diesen Proben im Vergleich zu den nicht konzentrierten Schöpferproben bis auf *Nitzschia cylindrus* (kleine Form), *Thalassiosira gracilis*, - *perpusilla* und Chrysophyceencysten bezogen auf einen Liter in ungefähr gleichen Konzentrationen und Konzentrationsverhältnissen vorhanden. Wenn die kleinen Formen sehr selten auftraten, wurden sie offensichtlich in den nicht angereicherten Proben - bedingt durch das Auszählverfahren - ebenso wie die größeren selten auftretenden Formen nicht ausreichend erfaßt. Eine Vorstellung über die Verbreitung dieser Organismen, konnte mit Hilfe der Anreicherungen gewonnen werden.

Chrysophyceencysten traten vor der Schmelze im Gebiet vor dem Drescher Inlet und auf den weiter nördlich gelegenen Polynyastationen 503 und 504 gar nicht, oder nur in sehr niedrigen Konzentrationen auf. Die Anreicherungen (Drescherschnitt III) zeigten, daß sie in Konzentrationen von 50 bis 80 Zellen/l vorhanden waren (Tab.11). Meist wurden leere Zellen von *Archaeomonas* spp. (zwei Größengruppen: 3- 4  $\mu$ m und 6-8  $\mu$ m) und sehr selten Zellen von *Triparma strigata* gefunden. Nach Beginn der Meereisschmelze war auf den Stationen von Drescherschnitt V kein Anstieg der Dichten von *Archaeomonas* spp. festzustellen. Jedoch waren auf der am Rande des Küstenstroms gelegenen Station 604 zusätzlich mehr volle Zellen von *Triparma strigata* (836 Z/l) und von *Triparma laevis* subsp. *ramispina* (70 Z/l) in der Wassersäule vorhanden. Auf der einzigen Station (625) des Drescherschnittes VII, auf der Plankton angereichert worden war, wurden volle Zellen von *Triparma strigata* in ähnlichen Konzentrationen wie auf Station 604 und volle Zellen von *Archaeomonas* spp. (40 Zellen/l) festgestellt.

**Tabelle 10:** Zellkonzentrationen in der Oberflächenschicht vor Schmelzbeginn auf den Stationen der Drescherschnitte I, II aufgeschlüsselt nach den häufiger vertretenen Arten bzw. Gruppen; linksbündig ist der relative Anteile der leeren Schalen in Prozenten oder die absolute Anzahl in Klammern angegeben ( 1: bedeutet vereinzelt auftretend )

Hauptgruppen, dominante Formen	PRC pg/Zelle	Zellen/l, 508	Zellen/l, 509	Zellen/l, 510	Zellen/l, 514	Zellen/l, 513	Zellen/l, 512	Zellen/l, 511
Phaeocystis Schwärmer, 2x1 µm und 3x2 µm	4 - 5	1400	2000	2000	6000	3000	4000	2000
Phaeocystis Schwärmer, 5-7 x 4-6 µm	8			600	500		3600	200
Phaeocystis Schwärmer, zusammengefaßt		1400	2000	2600	6500	3000	7600	2200
Flagellaten 2-3 µm	3 - 4	5100	2600	3100	3000	3000	5500	1500
µ-Flagellaten, zusammengefaßt		6500	4600	5700	9500	6000	13100	3700
Cryptophyceae, Typ a	7 - 9	525	1200	1000	1300	1400	1400	200
Cryptophyceae, Typ b	10	350	404	500	130	200	300	
Cryptophyceae, Typ c	7	1600	2000	2000	1000	600	1800	1100
Pyramimonas sp.	9	175		300	0	500	600	600
Nanoflagellaten, zusammengefaßt		2650	3604	3800	2430	2700	4100	1900
Chrysophyceencysten	5 (1)	1			(1)	1		
"olive green cells"		20	20	10	200	200	13	10
Distephanus speculum	500						(10)	1
Phaeocystis Kolonien, oder - Kolonietelle	100							
Dinofl. autotroph, 30-50 µm und > 50 µm	2000	16	51	7	15	11	51	17
Dinofl. autotroph 30-20 µm	400	240	30	50	100	100	50	50
Dinofl. autotroph 20-10 µm	200	1350	90	3000	500	2100	5000	2700
Dinofl. autotroph < 10 µm	5	6400	1300	1000			10	500
Dinofl. autotroph, zusammengefaßt		8006	1471	4057	615	2211	5111	3267
Dinofl. athekat, heterotroph > 20; 25 µm	2000	118	50	2	24	20	8	11
Dinofl. athekat, heterotroph < 20; 25 µm	200	175	400	200	10	40	10	6
Dinofl. athekat, heterotroph, zusammengefaßt		293	450	202	34	60	18	17
Protoperdinium spp.	3000	1	3	8		1	1	1
Dinoflagellaten, zusammengefaßt		8300	1924	4267	649	2272	5130	3285
Cillaten, alorikate, ohne Myrionecta rubra	1500	82	170	135	55	105	55	51
Myrionecta rubra	200				5	80	11	1
Myrionecta rubra, kleine Form	50		500	400	32	155	1100	100
Myrionecta rubra, zusammengefaßt			500	400	37	235	1111	101
Tintinnina	2500 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1	(1)	1
Thalassiosiraceae 50-85 µm und ≥ 90 µm	2500		1	10	6 (1)	1	(1)	1
Thalassiosiraceae 50-40 µm	1000	20 %	5 12 %	8	25 (1)	50	55 (1)	30
Thalassiosira spp. 35-17 µm	200		50	50	100	250 %	200 10 %	110 (1)
Thalassiosira gracilis, - perpusilla	50	20 %	50 (10)	1 (5)	1			(20)
Rhizosolenia alata	1000		1	1 (1)	1 (1)	0 (1)	0 (1)	0
Rhizosolenia antarctica	500							
Rhizosolenia chunii	900							
Rhizosolenia antennata f. semispina	1000							

Tabelle 10: Fortsetzung

Hauptgruppen, dominante Formen	PRC pg/Zelle	Zellen/l, 508	Zellen/l, 509	Zellen/l, 510	Zellen/l, 514	Zellen/l, 513	Zellen/l, 512	Zellen/l, 511
<i>Corethron criophilum</i>	2000	1	1	140 % 5	1			1
<i>Dactylosolen tenuijunctus</i>	500	(1)	0	1				
<i>Eucampia balaustium</i>	1000							
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> mit Epiphyten	500	10		5	10	1		
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	500	(20) 1	(200) 1	(100) 1				
<i>Chaetoceros bulbosum</i> f. <i>cruciata</i>	100							
<i>Chaetoceros bulbosum</i> var. <i>Schimperiana</i>	100							
<i>Chaetoceros atlanticum</i>	100							
<i>Chaetoceros dichæta</i>	100							
Chaet. atl., - bulb., - dich. Gruppe zus. gefaßt	100							
<i>Chaetoceros peruvianum</i>	100							
<i>Chaetoceros pendulum</i>	100							
<i>Chaetoceros convolutum</i>	100							
<i>Chaetoceros criophilum</i>	200							
<i>Chaetoceros</i> Typ b	100							
<i>Chaetoceros deflandrei</i>	100							
<i>Chaetoceros skeleton</i>	100							
<i>Chaetoceros neogracile</i>	2 - 3							
<i>Chaetoceros neglectum</i>	10			10				
<i>Chaetoceros</i> Typ a	40							
<i>Thalassiothrix antarctica</i>	1000							
Planktische Diatomeen, zusammengefaßt		117	61	158	267	167	130	114
<i>Tropidoneis Vanheurkii</i>	500	1	(1)	0		2	7	(1) 30
<i>Tropidoneis glacialis</i> , - <i>antarctica</i>	1500							
<i>Tropidoneis belgicae</i>	1000				1			
<i>Amphiprora</i> spp.	1000							
<i>Nitzschia curta</i> , - <i>ritsch.</i> , - <i>subl.</i> , - <i>obliquæ.</i>	400	(10) 0	250 % 20	(12) 0	220 % 25	175 % 40	(52) 3	90 % 260
<i>Nitzschia kerguelensis</i>	100		(25) 0		310 % 10	(62) 0	(15) 0	28 % 47
<i>Nitzschia cylindrus</i> , kleine Form	1 - 3				1			
<i>Nitzschia cylindrus</i> , lange Form	200	20						
<i>Nitzschia angulata</i>	200			(10)	0			
<i>Nitzschia closterium</i>	30							
<i>Nitzschia subcurvata</i>	40							
<i>Nitzschia lecolntei</i>	50							
<i>Nitzschia prolongatoides</i>	40							
<i>Nitzschia taeniformis</i>	1000							
<i>Nitzschia stellata</i>	1000							
<i>Nitzschia neglecta</i>	100							
<i>Nitzschia turgiduloides</i> , - <i>lneola</i>	50			1				
<i>Navicula criophila</i>	200	(50)	0	(1)	0	(1)	0	14 % 7
Elsdiatomeen, zusammengefaßt		21	20	1	37	42	10	344
Diatomeen, zusammengefaßt		138	81	159	304	209	140	458

Tabelle 11: Zellkonzentrationen in der Oberflächenschicht vor Schmelzbeginn auf den Stationen des Drescherschnitts III aufgeschlüsselt nach den häufiger vertretenen Arten bzw. Gruppen. Die Zellkonzentrationen der Anreicherungsproben (nur die beschalteten Formen wurden gezählt) sind auf den jeweiligen Stationen neben den Konzentrationen der Schöpferproben aufgeführt. Linksbündig ist der relative Anteil der leeren Schalen in Prozenten oder die absolute Anzahl in Klammern angegeben (1: bedeutet vereinzelt auftretend)

Hauptgruppen, dominante Formen	PRC pg/Zelle	Zellen/l, 561	Z/l Anr. 561	Zellen/l, 563	Z/l, Anr. 563
Phaeocystis Schwärmer, 2x1 µm und 3x2 µm	4-5	4400		12000	
Phaeocystis Schwärmer, 5-7 x 4-6 µm	8				
Phaeocystis Schwärmer, zusammengefaßt		4400		12000	
Flagellaten 2-3 µm	3-4	3800		10000	
µ-Flagellaten, zusammengefaßt		8200		22000	
Cryptophyceae, Typ a	7-9	700		1000	
Cryptophyceae, Typ b	10	500		150	
Cryptophyceae, Typ c	7				
Pyramimonas sp.	9	700		200	
Nanoflagellaten, zusammengefaßt		1900		1350	
Chrysophyceencysten	5		(50)	9 (1)	0 ((80)
"olive green cells"		30		1	
Dietophanus speculum	500		0,4 (1)	0	
Phaeocystis Kolonien, oder - Kolonieteile	100				
Dinofl. autotroph, 30-50 µm und > 50 µm	2000	3			
Dinofl. autotroph 30-20 µm	400	20		20	
Dinofl. autotroph 20-10 µm	200	600		600	
Dinofl. autotroph < 10 µm	5				
Dinofl. autotroph, zusammengefaßt		623		620	
Dinofl. athekat, heterotroph > 20; 25 µm	2000	4		20	
Dinofl. athekat, heterotroph < 20; 25 µm	200	500		650	
Dinofl. athekat, heterotroph, zusammengefaßt		504		670	
Protoperidinium spp.	3000	20	1	1	1
Dinoflagellaten, zusammengefaßt		1147	1	1291	1
Ciliaten, siorikate, ohne Myrionecta rubra	1500	21		9	
Myrionecta rubra	200	20		10	
Myrionecta rubra, kleine Form	50				
Myrionecta rubra, zusammengefaßt		20		10	
Tintinnina	2500 (1)	2	1 (1)	10	1
Thalassiosiraceae 50-85 µm und ≥ 90 µm	2500	187 % 3	5	100 % 10	9
Thalassiosiraceae 50-40 µm	1000	1	4		10
Thalassiosira spp. 35-17 µm	200		7	1	5
Thalassiosira gracilis, - perpusilla	50		28		14
Rhizosolenia alata	1000		0,5		
Rhizosolenia antarctica	500				
Rhizosolenia chunii	900				
Rhizosolenia antennata f. semispina	1000		0,4		
Corethron criophilum	2000		1		
Dactylosolen tenuijunctus	500		6		9
Eucampia balearicum	1000		0,5		1
Leptocylindrus mediterraneus mit Epiphyten	500	5			4
Leptocylindrus mediterraneus	500				
Chaetoceros bulbosum f. cruciata	100				
Chaetoceros bulbosum var. Schimperiana	100				
Chaetoceros atlanticum	100				
Chaetoceros dichseta	100		0,1		
Chaet. atl., - bulb., - dich. Gruppe zus.gefaßt	100		0,1		
Chaetoceros peruvianum	100				
Chaetoceros pendulum	100				
Chaetoceros convolutum	100				
Chaetoceros criophilum	200		0,6		
Chaetoceros Typ b	100				
Chaetoceros deflandrei	100				
Chaetoceros skeleton	100				
Chaetoceros neogracile	2-3				
Chaetoceros neglectum	10		5		1
Chaetoceros Typ a	40		0,2		
Thalassiothrix antarctica	1000		0,03		1
Planktische Diatomeen, zusammengefaßt		9	58	11	54
Tropidoneis Vanheurkil	500	6	1,5	1	2
Tropidoneis glacialis, - antarctica	1500				
Tropidoneis belgicae	1000		0,2		
Amphiprora spp.	1000				
Nitzschia curta, - ritach., - subl., - obliquec.	400	132 % 40	25	5	65
Nitzschia kerguelensis	100 (80)	0	13		2
Nitzschia cylindrus, kleine Form	1-3		34		74
Nitzschia cylindrus, lange Form	200				
Nitzschia angulata	200				
Nitzschia closterium	30				
Nitzschia subcurvata	40		1		1
Nitzschia lecointei	50				
Nitzschia prolongatoides	40				
Nitzschia taeniiformis	1000				
Nitzschia stellata	1000				
Nitzschia neglecta	100				
Nitzschia turgiduloides, - lineola	50	1		(1)	0
Navicula criophila	200 (50)	0			
Eiadiatomeen, zusammengefaßt		47	75	6	144
Diatomeen, zusammengefaßt		56	133	17	198

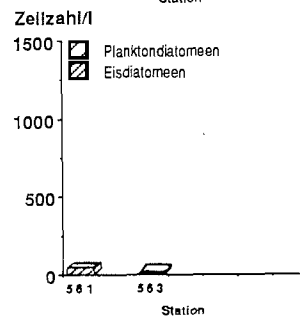
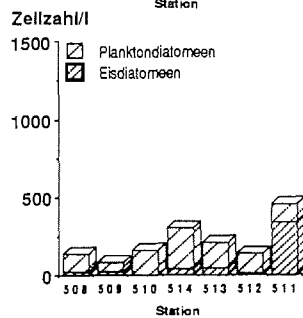
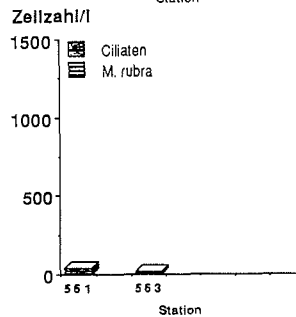
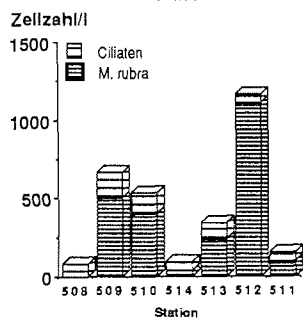
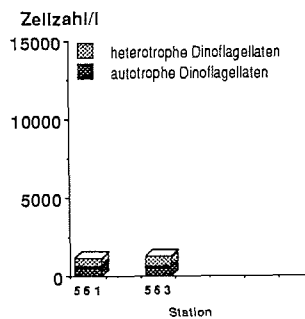
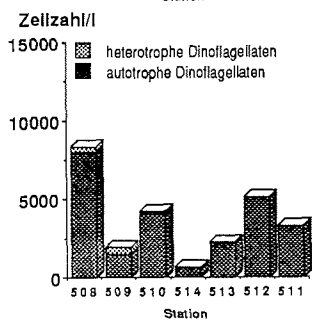
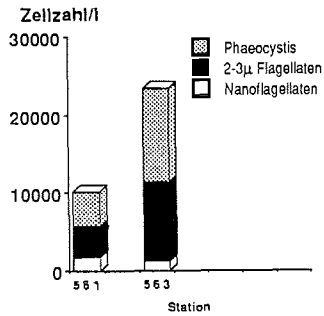
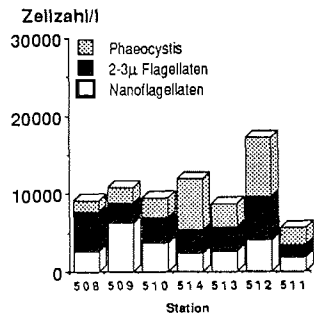


Abb. 42: Zellkonzentrationen der verschiedenen Planktongruppen in der Oberflächenschicht vor Schmelzbeginn während der Drescherschnitte I, II (linke Seite: Schelfeisküste)

Abb. 43: Zellkonzentrationen der verschiedenen Planktongruppen in der Oberflächenschicht vor Schmelzbeginn während des Drescherschnitts III (linke Seite: Schelfeisküste)

**Tabelle 12:** Übersicht über die Entwicklungen der Zellkonzentrationen in der Oberflächenschicht im Dreschergebiet vom Spätwinter zum Frühjahr, und Vergleich der außen gelegenen Stationen 511, 604 und 626 mit den weiter zur Küste hin gelegenen Stationen der jeweiligen Drescherschnitte I,II, V bzw. VII  
(Skala: deutliche Zunahme: ++, Zunahme: +, geringe Zunahme: +o und o+, gleichbleibend: o, geringe Abnahme: o- und -o, Abnahme: -, deutliche Abnahme: --)

Relative Unterschiede der Konzentrationen von	Dr. I,II		Dr. I,II	Dr. I,II,III		Dr. V	Dr. V		Dr. V	Dr. VII		Dr. VII
	zu	Dr. III		Dr. III	511		Küste	Außen		604	Küste	
<b>Flagellaten</b>												
Phaeocystis Schwärmer	o	+			+	+	+	-	-			
Flagellaten 2-3 µm	o	+			o	+	+	o	o			
Cryptophyceae, Typ a	o	o			+	+	++	o	o			
Cryptophyceae, Typ b	o	o			o	o		-	-			
Cryptophyceae, Typ c	-	-			-	-	++	+	+			
Pyramimonas sp.	o				+	++		o	o			
Chrysophyceencysten								+	+			
"olive green cells"	o	o			o	o		o	-			
Diataphanus speculum												
Phaeocystis- Kolonien, oder - Kolonietelle					+	+		-	-		o	
<b>Dinoflagellaten</b>												
Dinofl. autotroph, 30-50 µm und > 50 µm	-	-			o	o	+	o	o			
Dinofl. autotroph 30-20 µm	-o	-o			o	o	+	o	o			
Dinofl. autotroph 20-10 µm	-	-			o	o	+	o	o			
Dinofl. autotroph < 10 µm	--	--			-	-	+	o	o			
Dinofl. autotroph, zusammengefaßt	-	-			o	o	+	o	o			
Dinofl. atekat, heterotroph > 20; 25 µm	-	o			-	o	+	o	o			
Dinofl. atekat, heterotroph < 20; 25 µm	+	+			-	-	++	o	o			
Dinofl. atekat, heterotroph, zusammengefaßt	+	+			-	-		o	o			
Protoperidinium spp.	o	o			o	o		+	+			
Dinoflagellaten, zusammengefaßt	o	-			o	o		o	o			
<b>Cilien</b>												
Cilien, atorkate, ohne Myrionecta rubra	-	-			o	o	+	o	o			
Myrionecta rubra	o	o			+	+	o	o	o			
Myrionecta rubra, kleine Form	-	-			o	o	o	o	o			
Tintinnina	o	o			o	o	o	o	o			
<b>Diatomeen</b>												
Thalassiosiraceae 50-85 µm und ≥ 90 µm	o	o			+	+	-o	o	o			
Thalassiosiraceae 50-40 µm	-	-			+	+	-	+	+			
Thalassiosira spp. 35-17 µm	-	-			+	+	-	+	+			
Thalassiosira gracilis, - perpusilla	-	-			o	o	o	o	o			
Rhizosolenia alata	o	-			o	o						
Rhizosolenia antarctica												
Rhizosolenia chunii												
Rhizosolenia antennata f. semispina												
Corethron criophilum	-	-			o	o+		+	+			
Dactylosolen tenuijunctus	o				o	o+		o	o			
Eucampia balaustium												
Leptocylindrus mediterraneus mit Epiphyten	o	-			o	o		-	-			
Leptocylindrus mediterraneus	-	-			-	o		-	-			
Chaetoceros bulbosum f. cruciata												
Chaetoceros bulbosum var. Schimperiana												
Chaetoceros atlanticum												
Chaetoceros dichæta												
Chaet. atl., - bulb., - dich. Gruppe zus.gefaßt												
Chaetoceros peruvianum												
Chaetoceros pendulum												
Chaetoceros convolutum												
Chaetoceros criophilum												
Chaetoceros Typ b												
Chaetoceros deflandrei												
Chaetoceros skeleton												
Chaetoceros neogræcilis												
Chaetoceros neglectum	o				o	+		o				
Chaetoceros Typ a					+	+						
Thalassiothrix antarctica												
Planktische Diatomeen, zusammengefaßt	-	-	o		+	+	o-	+	o			
Tropidoneis Vanheurkii	+	-	+		+	+	o	o	o			
Tropidoneis glacialis, - antarctica												
Tropidoneis belgicae												
Amphiprora spp.												
Nitzschia curta, - ritseh., - subl., - obliqueo.	o	o	+		o	+	o	+	o			--
Nitzschia kerguelensis	o	-			o-	-		o	o			
Nitzschia cylindrus, kleine Form	o	o			o+	+			o			
Nitzschia cylindrus, lange Form												
Nitzschia angulata												
Nitzschia closterium												
Nitzschia subcurvata												
Nitzschia lecointei												
Nitzschia prolongatoides												
Nitzschia taeniformis												
Nitzschia stellata												
Nitzschia neglecta												
Nitzschia turgiduloides, - lineola												
Navicula criophila												
Epidiatomeen, zusammengefaßt	o	o	+		o	+	o	+	o			
Diatomeen, zusammengefaßt	o	o	+		o+	+		+	o			



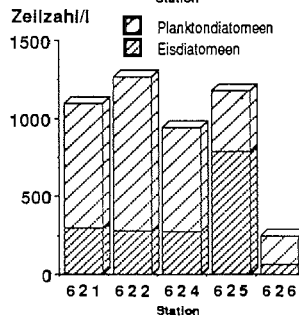
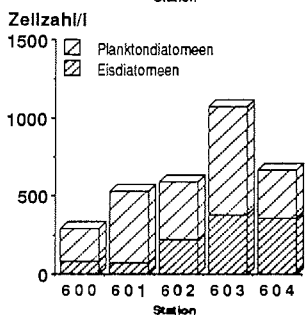
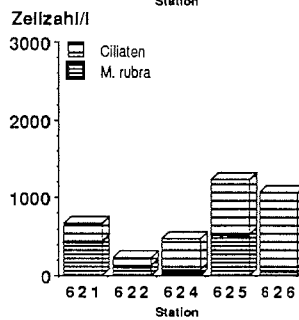
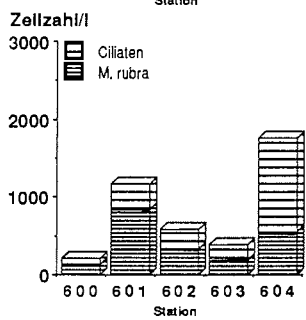
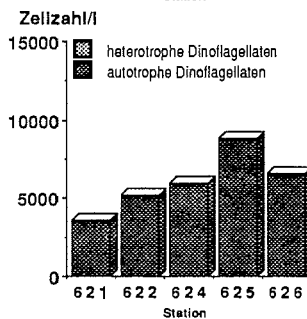
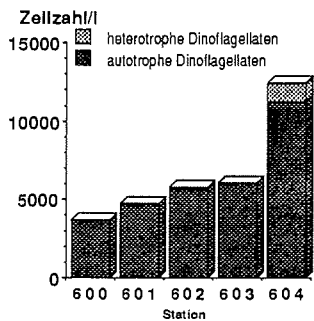
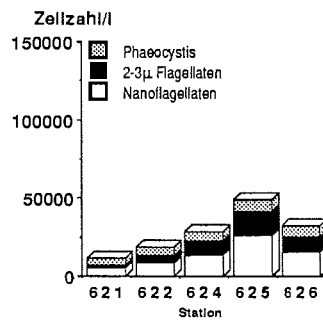
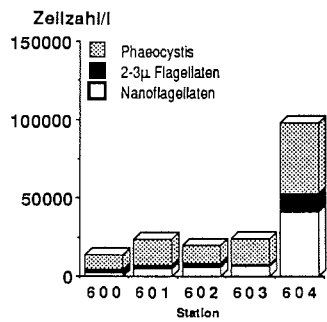


Abb. 44: Zellkonzentrationen der verschiedenen Planktongruppen in der Oberflächenschicht nach Schmelzbeginn während des Drescherschnitt V (linke Seite: Schelfeisküste)

Abb. 45: Zellkonzentrationen der verschiedenen Planktongruppen in der Oberflächenschicht nach Schmelzbeginn während des Drescherschnitt VII (linke Seite: Schelfeisküste)

Tabella.13: Zellkonzentrationen in der Oberflächenschicht nach Schmelzbeginn auf den Stationen des Dreescherschnitt V aufgeschlüsselt nach den häufiger vertretenen Arten bzw. Gruppen. Die Zellkonzentrationen der Anreicherungsproben (nur die beschalteten Formen wurden gezählt) sind auf den jeweiligen Stationen neben den Konzentrationen der Schöpferproben aufgeführt. Linksbündig ist der relative Anteil der leeren Schalen in Prozenten oder die absolute Anzahl in Klammern angegeben. ( 1: bedeutet vereinzelt auftretend )

Hauptgruppen, dominante Formen	PRC pg/Zelle	Zellen/l, 600	Z./l, Anr. 600	Zellen/l, 601	Zellen/l, 602	Z./l, Anr. 602	Zellen/l, 603	Z./l, Anr. 603	Zellen/l, 604	Z./l, Anr. 604
Phaeocystis Schwärmer, 2x1 µm und 3x2 µm	4 - 5	9600		16000	12000		16000		43800	
Phaeocystis Schwärmer, 5-7 x 4-6 µm	8			500			560		1000	
Phaeocystis Schwärmer, zusammengefaßt		9600		16500	12000		16560		44800	
Flagellaten 2-3 µm	3 - 4	1730		2600	2000		760		11500	
µ-Flagellaten, zusammengefaßt		11330		19100	14000		17320		56300	
Cryptophyceae, Typ a	7 - 9	1000		3000	1900		2700		24000	
Cryptophyceae, Typ b	10			1			200			
Cryptophyceae, Typ c	7	900		1					13100	
Pyramimonas sp.	9	560		1800	3770		3900		4500	
Nanoflagellaten, zusammengefaßt		2460		4802	6051		6800		41600	
Chrysophyceocysten	5		(73)	1 (1)	0 (1)	0 (57)	1 (1)	0 (44)	1	(51)
"olive green cells"		180		250	1		250			906
Distephanus speculum	500		(7)	0			(1)			6
Phaeocystis Kolonien, oder - Kolonieteile	100	1		1			2			
Dinof. autotroph, 30-50 µm und > 50 µm	2000	23		72	60		42		65	
Dinof. autotroph 30-20 µm	400	270		35	44		45		460	
Dinof. autotroph 20-10 µm	200	3400		4460	5600		5970		9000	
Dinof. autotroph < 10 µm	5			160					1700	
Dinof. autotroph, zusammengefaßt		3693		4727	5704		6057		11225	
Dinof. ethekat, heterotroph > 20; 25 µm	2000	15		20	56		21		85	
Dinof. ethekat, heterotroph < 20; 25 µm	200			20	56		21		1170	
Dinof. ethekat, heterotroph, zusammengefaßt		15		20	56		21		1255	
Protoperidinium spp.	3000	1		0,8	6		10		2	0,2
Dinoflagellaten, zusammengefaßt		3709		4755	5766		6088		12482	0,2
Ciliaten, alorikate, ohne Myrionecta rubra	1500	70		330	254		200		1212	
Myrionecta rubra	200	37		385	130		140		405	
Myrionecta rubra, kleine Form	50	100		450	200		50		150	
Myrionecta rubra, zusammengefaßt		137		835	330		190		555	
Tintinnina	2500(1)	1 (0,7)		5	1 (2)		1 (7)		0,4	0,7
Thalassiosiraceae 50-65 µm und ≥ 90 µm	2500(65 %)	20		21 (25 %)	60 (23 %)		61 (16 %)		105	57 (23 %)
Thalassiosiraceae 50-40 µm	1000(1)	31		23 (1)	82		60		165	58 (25 %)
Thalassiosira spp. 35-17 µm	200	110		106	224		605		413	803 (54 %)
Thalassiosira gracilis, - perpusilla	50			56	1		5 (1)		0	81
Rhizosolenia elata	1000	1		1,8	1		0,75		1	1,5 (1)
Rhizosolenia antarctica	500									
Rhizosolenia chunii	900						1			

Tabelle 13: Fortsetzung

Hauptgruppen, dominante Formen	PRC pg/Zelle	Zellen/l, 600	Z./l, Anr.600	Zellen/l, 601	Zellen/l, 602	Z./l, Anr.602	Zellen/l, 603	Z./l, Anr.603	Zellen/l, 604	Z./l, Anr.604
Rhizosolenia antennata f. semispina	1000					1		0,7 (1)	0	1
Corethron criophilum	2000	(1) 3	2,6	8	1	6	10	9,2	17 % 30	27
Dactyliosolen tenuijunctus	500					1		1	1	
Eucampia balaustium	1000		0,6			0,6		1		1,75
Leptocylindrus mediterraneus mit Epiphyten	500	44	6		1	5	1	1	1	1
Leptocylindrus mediterraneus	500		9			1		3		7
Chaetoceros bulbosum f. cruciata	100					1	1	1		
Chaetoceros bulbosum var. Schimperiana	100									
Chaetoceros atlanticum	100		0,2			0,2		1		
Chaetoceros dichaeata	100					0,3				2,5
Chaet. atl., - bulb., - dich. Gruppe zus.gefaßt	100		0,2			1,5	1	2		2,5
Chaetoceros peruvianum	100									
Chaetoceros pendulum	100									1
Chaetoceros convolutum	100							1		
Chaetoceros criophilum	200		0,04				(1) 0			0,3
Chaetoceros Typ b	100					0,1		1		1
Chaetoceros deflandrei	100									
Chaetoceros skeleton	100									
Chaetoceros neogracile	2 - 3		1					1	1	1
Chaetoceros neglectum	10		10			49		30		31
Chaetoceros Typ a	40		3					20		5,7
Thalassiothrix antarctica	1000	1	0,6			0,7		0,6	1	1,9
Planktische Diatomeen, zusammengefaßt		211	241	455	370	799	696	1072	308	325
Tropidoneis Vanheurkii	500	23	22	43	50	78	55	66	87	75
Tropidoneis glacialis, - antarctica	1500		(1) 0		1			0,2	1	
Tropidoneis belgicae	1000		0,3	1		0,7		1,7		0,9
Amphiprora spp.	1000		2			10		2		1
Nitzschia curta, - ritsch., - subl., - obliquec.	400	25 % 60	132	29	42 % 140	390	14 % 325	399	53 % 270	602
Nitzschia kerguelensis	100		(1) 0					(1) 0		4
Nitzschia cylindrus, kleine Form	1 - 3		245			795		1160	1	3970
Nitzschia cylindrus, lange Form	200		77							
Nitzschia angulata	200			(20)	1	22				
Nitzschia closterium	30		1					1		1
Nitzschia subcurvata	40					22		25		1
Nitzschia lecointei	50					1				1
Nitzschia prolongatoides	40		0,6							
Nitzschia taeniiformis	1000				18	1		1		
Nitzschia stellata	1000									
Nitzschia neglecta	100		1							
Nitzschia turgiduloides, - lineola	50		4		12	9		19	1	1
Navicula criophila	200									
Eisdiatomeen, zusammengefaßt		83	485	73	222	1329	380	1675	360	4657
Diatomeen, zusammengefaßt		294	726	528	592	2127	1076	2747	668	4982

Tabelle 14: Zellkonzentrationen in der Oberflächenschicht nach Schmelzbeginn auf den Stationen des Drescherschnitt VII aufgeschlüsselt nach den häufiger vertretenen Arten bzw. Gruppen. Die Zellkonzentrationen der Anreicherungsproben (nur die beschalten Formen wurden gezählt) sind auf den jeweiligen Stationen neben den Konzentrationen der Schöpferproben aufgeführt. Linksbündig ist der relative Anteil der leeren Schalen in Prozenten oder die absolute Anzahl in Klammern angegeben. (1: bedeutet vereinzelt auftretend)

Hauptgruppen, dominante Formen	PRC pg/Zelle	Zellen/l, 621	Zellen/l, 622	Zellen/l, 624	Zellen/l, 625	Z./l, Anr.625	Zellen/l, 626
Phaeocystis Schwärmer, 2x1 µm und 3x2 µm	4 - 5	4400	5200	5700	6700		7500
Phaeocystis Schwärmer, 5-7 x 4-6 µm	8				1100		
Phaeocystis Schwärmer, zusammengefaßt		4400	5200	5700	7800		7500
Flagellaten 2-3 µm	3 - 4	1900	4600	9200	15200		9200
µ-Flagellaten, zusammengefaßt		6300	9800	14900	23000		16700
Cryptophyceae, Typ a	7 - 9	2600	4000	6400	11700		12100
Cryptophyceae, Typ b	10		1				1
Cryptophyceae, Typ c	7	1	3700	2500	5500		1350
Pyramimonas sp.	9	2800	1000	4700	9000		2500
Nanoflagellaten, zusammengefaßt		5401	8701	13600	26200		15951
Chrysophyceancysten	5 (1)	1			(1)	1(46)	617
"olive green cells"		200	1	1			270
Diathephanus speculum	500					(34)	1
Phaeocystis Kolonien, oder - Kolonietelle	100						1
Dinof. autotroph, 30-50 µm und > 50 µm	2000	72	40	82	140		95
Dinof. autotroph 30-20 µm	400	65	65	115	178		170
Dinof. autotroph 20-10 µm	200	3400	5000	5700	8400		6270
Dinof. autotroph < 10 µm	5						
Dinof. autotroph, zusammengefaßt		3537	5105	5897	8718		6535
Dinof. atekat, heterotroph > 20; 25 µm	2000	27	50	52	120		42
Dinof. atekat, heterotroph < 20; 25 µm	200						1
Dinof. atekat, heterotroph, zusammengefaßt		27	50	52	120		43
Protoperidinium spp.	3000	13	25	7	12	12	1
Dinoflagellaten, zusammengefaßt		3577	5180	5956	8850	12	6579
Ciliaten, alorikate, ohne Myrionecta rubra	1500	222	100	400	700		952
Myrionecta rubra	200	192	35	47	211		112
Myrionecta rubra, kleine Form	50	250	100	27	317		
Myrionecta rubra, zusammengefaßt		442	135	74	528		112
Tintinnina	2500	5		1 (1)	5 (0,8)	0,7 (1)	1
Thalassiosiraceae 50-85 µm und ≥ 90 µm	2500	4 %	67	70 (1)	47 39 %	43	62 (1)
Thalassiosiraceae 50-40 µm	1000	(1)	220	295	137 (1)	118	77
Thalassiosira spp. 35-17 µm	200	(1)	507	590	450	163	170
Thalassiosira gracilis, - perpallida	50			(1)	0 (1)	1	80
Rhizosolenia siata	1000	1			(1)	1	10
Rhizosolenia antarctica	500						
Rhizosolenia chunii	900						
Rhizosolenia antennata f. semispina	1000	1					1
Corethron criophilum	2000	(1)	2	30	25	68	72
Dactylosolen tenuijunctus	500	1					
Eucampia balauatum	1000	1	1	7	1		1
Leptocylindrus mediterraneus mit Epiphyten	500						
Leptocylindrus mediterraneus	500						
Chaetoceros bulbosum f. cruciata	100					1	
Chaetoceros bulbosum var. Schimperiana	100						
Chaetoceros atlanticum	100						
Chaetoceros dichæta	100						1
Chaet. atl., - bulb., - dich. Gruppe zus.gefaßt	100					1	1
Chaetoceros peruvianum	100						
Chaetoceros pendulum	100						
Chaetoceros convolutum	100						1
Chaetoceros criophilum	200						
Chaetoceros Typ b	100						
Chaetoceros deflandrei	100						
Chaetoceros skeleton	100						
Chaetoceros neogracile	2 - 3						1
Chaetoceros neglectum	10						33
Chaetoceros Typ a	40					1	16
Thalassiothrix antarctica	1000						3
Planktische Diatomeen, zusammengefaßt	200	800	986	666	395	528	186
Tropidoneis Vanheurkil	500	17	1	15	42	80	7
Tropidoneis glacialis, - antarctica	1500		1				1
Tropidoneis belgicae	1000	8		7	1	3,1	
Amphiprora spp.	1000						1
Nitzschia curta, - ritchei, - subl., - obliquec.	400	8 %	271	7 %	280	240	23 %
Nitzschia kerguelensis	100					363	772
Nitzschia cylindrus, kleine Form	1 - 3					380	21000
Nitzschia cylindrus, lange Form	200						
Nitzschia angulata	200						
Nitzschia closterium	30	1					1
Nitzschia subcurvata	40						36
Nitzschia lecointei	50						
Nitzschia prolongatoides	40						1
Nitzschia taeniformis	1000	(1)	0				
Nitzschia stellata	1000				(1)	0	3
Nitzschia neglecta	100						
Nitzschia turgiduloides, - lineata	50			15			1
Navioula criophila	200						
Eiadiatomeen, zusammengefaßt		297	282	277	786	21899	64
Diatomeen, zusammengefaßt		1097	1268	943	1181	22427	250

*Chaetoceros* Typ a wurde im Winter gar nicht, auch nicht in den Anreicherungen von Drescher III gefunden. Nach der Schmelze trat diese Art in den konzentrierten Proben von Drescherschnitt V auf drei von vier Stationen in Konzentrationen von 0,7 bis 20 Zellen/l auf. Auf Drescherschnitt VII war sie auf der einzigen Anreicherungsstation in Konzentrationen von 16 Zellen/l vorhanden. *Chaetoceros neglectum* konnte auf den Drescherschnitten fast ausschließlich nur in den Anreicherungsproben festgestellt werden. Die Konzentrationen nahmen etwas zu: von unter 5 Zellen/l vor der Schmelze auf 10 bis 50 Zellen/l nach der Schmelze. Ein weiterer Anstieg von Drescher V zu VII war nicht erkennbar. *Chaetoceros neogracile* war vor der Meereisschmelze auf keiner der Stationen zu finden. Diese Art trat nach Frühjahrsbeginn vereinzelt nur in den Anreicherungen auf beiden Schnitten V und VII auf. Die Arten von *Chaetoceros* Sektion *Phaeoceros* waren vor der Schmelze bis auf zwei Ausnahmen nicht vertreten. Nur auf der Station 561 (Drescherschnitt III) waren *Chaetoceros dichæta* und *Chaetoceros criophilum* in Konzentrationen von 0,1 bzw. 0,6/l vorhanden. Nach dem Beginn der Meereisschmelze waren in den Anreicherungen des Drescherschnittes V diese beiden Arten in ähnlichen Dichten und außerdem auf einigen Stationen *Chaetoceros bulbosum*, *Chaetoceros bulbosum* f. *cruciata*, *Chaetoceros atlanticum*, *Chaetoceros convolutum* und *Chaetoceros* Typ b in ähnlich niedrigen Konzentrationen vorhanden.

*Dactyliosolen tenuijunctus* war nur auf dem Schnitt Drescher III in geringen Dichten (ca. 5/l) vorhanden, nach der Schmelze trat diese Art nur noch ganz vereinzelt auf.

*Leptocylindrus mediterraneus* (mit Flagellaten und ohne Flagellaten meist als leere Zellen) war auf den küstenwärts gelegenen Stationen der Drescherschnitte I, II in Konzentrationen von 1 bis 200/l vorhanden. Auf den Schnitten Drescher III und dem Schnitt nach der Schmelze Drescher V traten sie meist nur vereinzelt auf, jedoch auf Drescherschnitt V auch volle flagellatenfreie Zellen. Auf Drescherschnitt VII wurde die Art nicht gefunden. Die Dichten hatten somit zum Frühjahr abgenommen.

Die Arten *Thalassiosira gracilis*, - *perpusilla* wurden vor der Schmelze nicht auf allen Stationen gefunden, und die Konzentrationen lagen sonst ungefähr bei 10 Zellen/l. Auf dem Schnitt Drescher V war eine leichte Zunahme zu erkennen. Die Anreicherungsstation 625 auf Drescherschnitt VII deutete nicht auf eine weitere Zunahme der Dichten hin.

*Rhizosolenia alata* trat vor der Schmelze auf den Drescherschnitten I, II und III ganz vereinzelt auf. Die Konzentrationen lagen in den Anreicherungen von Drescherschnitt III bei 0,5 bis 1 Zellen/l. Auf den Schnitten nach der Schmelze war ein Anstieg der Dichten nicht eindeutig erkennbar. Das Gleiche galt für *Thalassiothrix antarctica*, *Rhizosolenia antennata* f. *semispina* und *Eucampia balaustium*.

Vor der Schmelze war die kleine Form von *Nitzschia cylindrus* nur in den Anreicherungen in Konzentrationen von wenigen Dutzend Zellen/l, sowohl als volle als auch als leere Zellen vorhanden. Nach der Schmelze waren auf dem Drescherschnitt V einige Hundert Zellen/l in der Oberflächenschicht, wobei auf drei von vier Stationen der Anteil der vollen Zellen größer war. Auf der ozeanischen Station 604 waren deutlich mehr Zellen (4000/l) in der Wassersäule. Die Dichten lagen auf der Anreicherungsstation 625 des Drescherschnittes VII ungefähr vierzig mal so hoch.

*Nitzschia kerguelensis* war vor der Schmelze auf den Drescherschnitten I, II und III nicht auf allen Stationen vorhanden. Sie trat in Konzentrationen von einigen Dutzend Zellen/l meist als leere Zellen auf. Nach der Schmelze auf den Drescherschnitten V und VII waren fast ausschließlich leere Zellen vorhanden. Sie waren nur auf einigen Stationen meist in den Anreicherungen zu finden. Ihre Konzentrationen hatten offensichtlich nach Frühjahrsbeginn abgenommen.

Vor der Schmelze waren von der Gruppe der Eisalgen *Nitzschia turgiduloides*, - *lineola*, *Nitzschia angulata*, *Nitzschia subcurvata* und *Nitzschia cylindrus* (lange Form) äußerst selten in der Oberflächenschicht zu finden. Auf Drescherschnitt V deuteten die Zellzahlen in den Anreicherungsproben auf eine leichte Zunahme der Dichten dieser Formen nach Frühjahrsbeginn hin. Andere Eisalgenarten wurden in einigen dieser Frühjahrsproben meist in Dichten unter einer Zelle/l gefunden. Auf Drescherschnitt VII waren weitere Konzentrationszunahmen dieser seltenen Eisalgen nicht zu erkennen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Konzentrationen der *Chaetoceros* Sektion *Hyalochaete* nach der Schmelze etwas zugenommen hatten, auch die einiger Arten aus der Sektion *Phaeoceros* waren nach der Schmelze etwas erhöht. Alle anderen seltenen planktischen Diatomeen waren vor wie nach der Schmelze in gleichen Zahlen vorhanden, zwei Arten hatten abgenommen. Die Konzentrationen der seltenen *Thalassiosira gracilis*, *-perpusilla* und der seltenen Eisdiatomeen hatten nach der Schmelze mit Ausnahme von *Nitzschia cylindrus* (kleine Form) nur geringfügig zugenommen. Die Zelldichten von *Nitzschia kerguelensis* nahmen zum Frühjahr sogar ab.

### 3.3.2.5 Das mikroskopische Erscheinungsbild und weitere Beobachtungen an den Planktonproben

In den Proben vor und nach Frühjahrsbeginn wurden wenig Choanoflagellaten, die immer lädiert waren, festgestellt. Nach der Schmelze waren auf vielen Stationen von Drescherschnitt V und VII die für *Phaeocystis* Flagellaten charakteristischen fünfstrahligen sternförmigen Strukturen in den Proben vorhanden. In einigen Fällen wurden *Phaeocystis* Flagellaten mit aufgeklapptem fünfstrahligem Stern gefunden (Abb. 46). Vereinzelt wurden in den Proben von Drescher I, II und III geplatze oder lädierte athekate Dinoflagellaten und seltener lädierte Ciliaten beobachtet. Auf den Schnitten Drescher V und VII war eine leichte Zunahme erkennbar. Wobei die Konzentrationen der verletzten Zellen zwischen den Stationen sehr unterschiedlich waren (0 bis 60 Z/l) und die höheren Dichten in der Regel auf Drescherschnitt VII gefunden wurden.

Vor und nach der Meereisschmelze waren ungefähr 20 bis 40 % der *Stellarima microtrias* Zellen Dauersporen, wenige leere, meist angelöste Schalen oder Schalenhälften von *Thalassiosira antarctica* Dauersporen wurden festgestellt. Neben vegetativen Zellen von *Odontella weissflogii* wurden auch regelmäßig einzelne volle und leere Dauersporen gefunden. Das gleiche galt für *Eucampia balaustium*, bei der vegetative Zellen und Dauersporen immer zusammen in einer Kette auftraten. Auf Drescherschnitt V wurden einzelne Auxosporen, die von Thalassiosiraceae stammten, festgestellt.

Auf den Schnitten nach der Schmelze wurden viele ungewöhnlich große Zellen von *Porosira pseudodenticulata* und *Stellarima microtrias* (vegetative Zellen und Dauersporen) gefunden. Die Zelldurchmesser beider Arten lagen sonst zwischen 40 und 80 µm; auf diesen Schnitten waren 5 bis 10% 100 bis 120 µm groß. Auf der Station 602 (Drescherschnitt V) wurden in den Anreicherungen vier- bis achtzellige Ketten von *Porosira pseudodenticulata* und *Stellarima microtrias* mit eng aneinander sitzenden Zellen gefunden. Fast die Hälfte dieser Ketten bestand nur aus leeren Zellen. Die vollen Ketten machten ca. 10 % der Zellen aus der Thalassiosiraceae Größengruppe über 50 µm aus.

Die Zellen von *Corethron criophilum* sahen auf allen Schnitten vital aus und waren häufig in Teilung. Etwa ein Achtel bis ein Viertel der Zellen waren nur 8 bis 10 µm breite sehr dünn verkieselte Zellen. Von allen anderen Arten waren vor wie auch nach Schmelzbeginn nicht auffällig viele Zellen in Teilung.

Die *Dactyliosolen tenuijunctus* und *Leptocylindrus mediterraneus* Zellen wirkten lädiert, wobei diese immer sehr zart verkieselten Formen allein durch die Fixierungsmethode geschädigt worden sein können. In den Schöpferproben und in den Anreicherungsproben wurden regelmäßig wenige Epiphytenkränze der letzten Art ohne Diatomeenzelle gefunden.

Die Zellen der Arten aus der *Chaetoceros*-Sektion *Phaeoceros*, von *Rhizosolenia alata*, *Rhizosolenia antennata* f. *semispina* und *Thalassiothrix antarctica* waren in den Schöpferproben und in den Anreicherungsproben meist verletzt und abgebrochen. Von *Thalassiothrix antarctica* wurden nur einzelne Zellen gefunden. Wenn die anderen Arten in Ketten (zwei bis vier Zellen) auftraten, waren die Endzellen meist lädiert. Eine Ausnahme bildete die solitäre *Chaetoceros bulbosum*, diese Art wirkte immer intakt. Das gleiche galt für die Arten der *Chaetoceros*-Sektion *Hyalochaete*.

Die anderen Diatomeenarten wirkten im mikroskopischen Bild intakt. Das Zellplasma einiger Formen wie z. B. der *Coscinodiscus* Arten war besonders in den Anreicherungsproben häufig plasmolysiert. Dies wird jedoch interpretiert als Resultat der Sammel- und Fixierungsprozedur.

Die Anteile der leeren Schalen der Thalassiosiraceae (siehe %- Angaben in den Tabellen 10, 11, 13 und 14) in den Schöpferproben aus der Oberflächenschicht waren auf den Schnitten Drescher I, II -bis auf Station 514 - sehr gering. Auf dem Drescherschnitt III waren die Konzentrationen der vollen und der leeren Thalassiosiraceae Zellen ungefähr gleich hoch. Auf den Schnitten nach der Schmelze wurden außer auf Station 604 nur leere Zellen der größeren Thalassiosiraceae Gruppen gefunden. Auf der Station 604 waren von *Thalassiosira antarctica* ungefähr halb so viel leere wie volle Zellen in der Oberflächenschicht vorhanden. Auf den Stationen des Drescherschnittes VII wurden außer auf der Station 626 kaum leere Schalen festgestellt. Der relative Anteil der leeren Thalassiosiraceae nahm somit kurz nach der Schmelze zu und dann wieder ab.

Auf den Drescherschnitten I, II befanden sich von der *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe z. T. nur leere Zellen, oder mehr leere als volle Zellen in der Oberflächenschicht. Eine Ausnahme war Station 511, dort waren die Anteile ungefähr gleich. Während Drescherschnitt III waren auf der Station 561 ungefähr gleich viel volle wie leere *Nitzschia* Zellen und auf Station 563 nur sehr wenig volle und keine leeren *Nitzschia* Zellen in der Wassersäule. Auf den Schnitten nach Schmelzbeginn wurden auf Drescher V entweder keine oder bis maximal 50% leere Zellen von der *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe gefunden. Auf Drescher VII waren 0 bis 20 % leere Zellen vorhanden, außer auf der Station 626, dort wurden ca. 70 % leere Zellen gefunden. Der relative Anteil der leeren Zellen verringerte sich somit im Verlauf des Frühjahrsbeginns.

In den Proben wurden regelmäßig im Oberflächenwasser und unter der Sprungschicht im warmen Tiefenwasser abgebrochene Stacheln von *Chaetoceros criophilum*, angelöste Schalenhälften von *Actinocyclus actinochilus*, *Asteromphalus hyalinus*, *Thalassiosira lentiginosa* und *Thalassiosira tumida* gefunden.

Vor und nach Frühjahrsbeginn waren in der Oberflächenschicht und im Tiefenwasser von *Stycholonche* sp. intakte und lädierte Zellen zu ungefähr gleichen Anteilen (etwa ein bis zwei Zellen/l) vorhanden. Die Foraminiferenart *Neoglobiquadrina pachydermis* wurde vor Beginn der Eisschmelze nur einmal im warmen Tiefenwasser gefunden. Nach Frühjahrsbeginn trat diese Art vereinzelt im WDW und in der Oberflächenschicht auf. *Challengeron* sp. und *Protocystis* sp. wurden in der Küstenpolynya (vor dem Drescher Inlet und Halley Bay) in den Anreicherungen regelmäßig in ca. 300 m Tiefe angetroffen und enthielten oft zahlreiche Partikel, die den "olive green cells" ähnelten. Die Dichten der Nauplien in den Anreicherungsproben waren im ESW und im WDW ungefähr gleich; sie lagen vor und nach der Schmelze bei zwei bis drei Individuen/l. Auf allen Schnitten wurden ähnlich wie auf den Packeischnitten regelmäßig in der Oberflächenschicht und im darunterliegenden warmen Tiefenwasser Nesselkapseln von Hydrozoa einzeln oder zu mehreren verknäuet gefunden.

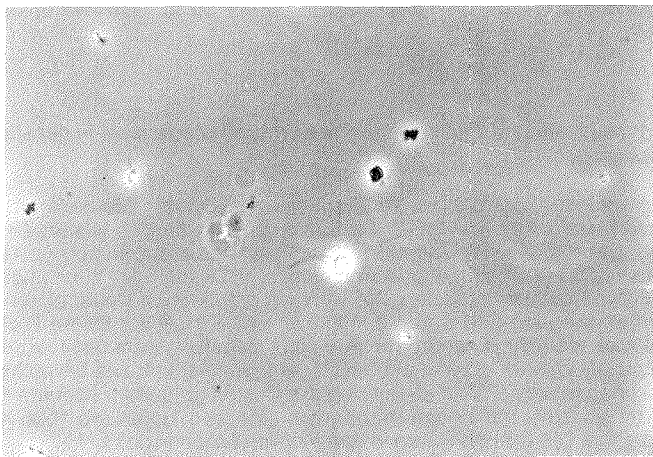


Abb. 46: *Phaeocystis* sp. Flagellat (2 x 3 µm) mit sternförmiger fünfstrahliger Struktur

Vereinzelt waren nackte Dinoflagellaten und ganz selten Ciliaten mit ingestierten Diatomeen in den Proben. Bis auf eine Ausnahme wurden pennate Diatomeen, meist Ketten von *Nitzschia*, Gruppe *Fragillariopsis* oder *Tropidoneis Vanheurkii* ingestiert. Die kleinen Kotballen, die nach Beginn der Meereisschmelze in den Schöpferproben ganz vereinzelt und in den Anreicherungen in Konzentrationen von 1 bis 5/l gefunden wurden, enthielten jedoch vorwiegend nur intakte leere Thalassiosiraceae oder leere Thalassiosiraceae und leere Pennate. In vielen Kotballen war außerdem noch ein kleiner Rest amorphe Substanz vorhanden. In den unteren Tiefen waren diese Kieselschalen oft dünn und angelöst. Selten wurden ovale bis rundliche ca. 70 µm große Pellets gefunden, deren Inhalt ganz aus amorpher Substanz bestand. Sie traten wie auch Kotballen von Copepoden vor wie nach der Schmelze selten auf. "olive green cells" traten regelmäßig auf, eine Zunahme zum Frühjahr war nicht zu erkennen.

In einem Teil der Proben der Drescherschnitte wurden ähnlich wie auf den Packeisschnitten in der Oberflächenschicht und auch im **WDW** Reste von Euphausiaceen-Kotschnüren gefunden. Sie waren nicht gleichmäßig in allen Tiefen, sondern diskret und in jeweils unterschiedlichen Häufigkeiten in den Proben vorhanden. Im meist amorphen Inhalt dieser 60 bis 80 µm breiten Stücke konnten Bruchstücke von Diatomeen oder ganze leere Zellen erkannt werden. Weißliche hyaline Flocken und Detritusstückchen waren ebenfalls in allen Drescherschnittproben sehr fleckenhaft vertikal und horizontal im **ESW**, sowie im **WDW** verteilt. Auf den Stationen 509 (Hangstation), 514 und 512 der Drescherschnitte I, II und auf der Station 561 (Schnitt III) wurden in Proben aus verschiedenen unteren Tiefen außerdem dunkle Detritusstücke festgestellt. Die unterschiedlich hohen Flocken- und Detritusgehalte spiegelten sich ähnlich wie auf den Packeisschnitten selten in den POC und PON Gehalten wieder. In den Proben aus tieferen Schichten waren die Kotschnürenreste meist weißlich und teilweise aufgelöst, so daß in manchen Fällen eine Unterscheidung zwischen Kotstückchen und weißlichen Flocken nicht möglich war.

Auf den Stationen der Drescherschnitte konnten etwas ungleichmäßige Verteilungen einiger Formen in der Oberflächenschicht erkannt werden. In den Anreicherungsproben von Drescherschnitt III geringfügig und nach Beginn der Meereisschmelze in allen Proben deutlicher ausgeprägt waren viele der häufiger auftretenden Arten mit Schwergewicht im oberen Bereich verteilt. Dazu gehörten ein Teil der alonkaten Ciliaten, insbesondere die Arten *Strombidium cf. diversum* und *Strombidium cf. hadai*, *Myrionecta rubra*, die Thalassiosiraceae, die *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe und *Nitzschia cylindrus* (kleine Form). "olive green cells" waren dagegen relativ häufiger im unteren Bereich der Oberflächenschicht anzutreffen; direkt unter der Pyknokline waren sie in ähnlichen Dichten wie kurz darüber verteilt.

Die Besiedlung der Wassersäule auf den Stationen der etwa 50 km weiter südlich gelegenen **Südschnitte (1 und 2)** war ähnlich wie auf den Drescherschnitten. Die qualitativen und quantitativen Artenzusammensetzungen sowie die unterschiedlichen physiologischen Erscheinungsformen der verschiedenen Arten unterschieden sich nicht grundlegend. Auch die anderen Charakteristika wie das Auftreten von Euphausiaceen-Kotschnüren, Minipellets, der Detritusgehalt und der Gehalt an leeren Zellen waren so ähnlich wie in den Proben der Drescherschnitte.

#### 3.3.2.6 Der Phytoplankton- und Partikelgehalt im warmen Tiefenwasser in der südöstlichen Küstenpolynya

Die Besiedlung und das mikroskopische Erscheinungsbild der partikulären Substanz des warmen Tiefenwassers waren im Gebiet der Küstenpolynya ähnlich wie im Tiefenwasser des Packeisgebietes: Die Protistenpopulationen setzten sich aus den gleichen Bestandteilen wie in der Oberflächenschicht zusammen, nur in viel geringeren Dichten. Mit zunehmender Tiefe stieg der Anteil der leeren Diatomeenschalen. Die wenigen gefundenen Dauersporen stammten von den gleichen Arten wie oben und waren fast immer leer. Einige der leeren Diatomeenschalen oder Schalenstücke waren mit amorpher Substanz behaftet. Vereinzelt wurden Zellen von *Leptocylindrus mediterraneus*, die mit ein oder zwei Epiphytenkränzen bewachsen waren, und auf einigen Stationen einzelne nicht identifizierbare Cysten gefunden. Längliche Flagellaten und Dinoflagellaten traten meist nur in den Proben aus größeren Tiefen (ab 1000 m) auf, darüber wirkten sie unversehrt. Die Ciliaten waren in den meisten Fällen verletzt.



Im Tiefenwasser betragen die Konzentrationen der leeren Zellen von *Nitzschia kerguelensis* auf den Drescherschnitten I, II- mit einer Ausnahme - ca. 50/l; auf der im ozeanischen Bereich gelegenen Station 511 lagen sie bei ca. 700 Zellen/l. Während des Drescherschnitts III lagen die Dichten bei 100 Zellen/l. Nach Schmelzbeginn wurden auf Drescherschnitt V 100 bis 200 Zellen/l und auf Schnitt VII 400 bis 600 Zellen gezählt. Es waren somit mehr leere *Nitzschia kerguelensis*- Zellen im **WDW** als im **ESW**, und die Konzentrationen nahmen im Verlauf des Frühjahrsbeginns im Gegensatz zur Entwicklung in der Oberflächenschicht zu. Im Tiefenwasser des Weddellwirbels (Station 511) entsprachen die Gehalte vor der Schmelze den Werten im **WDW** auf dem Nord-Süd-Schnitt.

### 3.3.2.7 Die Besiedlung der südlichen Küstenpolynya im Spätwinter

Alle Stationen im südlichen Polynyagebiet lagen über dem sich ab 73° 30' S nach Süden hin verbreiternden Schelf (Kapitel 2.1). Die dort festgestellten Chrysophyceencysten stammten fast ausschließlich aus der Familie der *Archaeomonadidae*; nur auf der Station 543 wurde ein Exemplar von *Triparma strigata* gefunden. Die im Dreschergebiet vorkommenden Dinoflagellaten und Ciliaten waren bis auf einige Ausnahmen auch auf diesen südlichen Stationen vorhanden. Die Formenvielfalt bei den auto- und heterotrophen Dinoflagellaten mittlerer Größe (kleiner 30 bzw. 25 µm), bei der Gattung *Protoperidinium* und bei den Ciliaten war besonders auf der Station 543 größer als weiter nördlich. Die Mehrzahl der Tintinnen waren wie in der nördlichen Küstenpolynya und im Packeisgebiet die Arten *Salpingella accuminata* und *Laakmanniella naviculifera*. Außerdem traten etwas häufiger *Tintinnopsis* Species auf. Auf der Station 584 stellten sie den größten Anteil in dieser Gruppe. In südlichen Polynyagebiet wurde die gleiche Diatomeengesellschaft wie weiter nördlich angetroffen. Alle auftretenden Formen sind in Tabelle 20 im Anhang aufgeführt.

Die quantitativen Artenzusammensetzungen auf den südlichen vor Schmelzbeginn beprobten Schelfstationen können direkt nur mit den Schelf- und Hangstationen der Drescherschnitte vor der Schmelze (I, II und III) verglichen werden. Die südlichen Stationen waren alle bis zum Boden bzw. kurz über dem Boden durchmischt. Die Proben wurden deshalb wieder zusammengefaßt; jedoch wurden die Zellzahlen entsprechend der Chlorophyllgehalte in den einzelnen Tiefen gewichtet berechnet. In der Abbildung 47 sind die durchschnittlichen Zellkonzentrationen der verschiedenen Gruppen dargestellt und in der Tabelle 15 die Konzentrationen der abundanten Formen aufgelistet. Die Tabelle 16 gibt einen Überblick über die relativen Unterschiede der Zellkonzentrationen auf diesen südlichen Schelfstationen und auf den Schelfstationen im Dreschergebiet im Spätwinter.

Die Konzentrationen der µ-Flagellaten sowie der *Phaeocystis* Schwärmer waren auf diesen Stationen ungefähr so hoch wie auf den entsprechenden Drescherschnitt Stationen; mit Ausnahme der Stationen 544 und 545: dort wurden etwas weniger bzw. keine *Phaeocystis* Flagellaten gefunden. Der *Cryptophyceae* Typ a und *Pyramimonas* sp. wurden nur auf einigen Stationen angetroffen und waren somit nicht so häufig wie vor dem Drescher Inlet. *Cryptophyceae* Typ b trat bis auf Station 544 in ungefähr den gleichen Konzentrationen wie auf den Drescherstationen auf. Typ c kam ähnlich wie auf den Drescherschnitten I, II und III nur auf einigen Stationen vor. Die Konzentrationen der autotrophen und der heterotrophen athekaten Dinoflagellaten schwankten sehr. Deutliche Unterschiede zu den zum Teil unterschiedlichen Dichten auf den Drescherstationen waren nicht zu erkennen. Wie auf den Drescherstationen waren die Konzentrationen der Ciliaten von Station zu Station unterschiedlich, sie lagen aber in den gleichen Größenordnungen. *Myrionecta rubra* trat ebenfalls nur selten auf und die Dichten der Tintinnen und der *Protoperidinium* Arten betragen ebenfalls nur einige Zellen/l.

Die vor dem Drescher Inlet immer wieder vereinzelt festgestellten Diatomeen *Eucampia balaustium* und *Rhizosolenia alata* waren auf diesen Stationen ebenfalls vorhanden, wobei die Konzentrationen (etwa zehn Zellen/l) etwas höher lagen. Ähnliches galt für *Chaetoceros neglectum* und *Odontella weissflogii*. In den Anreicherungsproben wurden einzelne Zellen von den Arten *Chaetoceros atlanticum*, *Chaetoceros bulbosum* f. *cruciata*, *Chaetoceros pendulum* und *Chaetoceros* Typ b, die im Dreschergebiet erst nach der Schmelze vereinzelt auftraten, festgestellt. Auch *Chaetoceros* Typ a wurde im Winter vor dem Drescher Inlet nicht gefunden, sie war im Süden außer auf den Stationen 543 und 545 zuweilen in höheren Konzentrationen vorhanden. Der Bestand von *Thalassiosira gracilis*, - *perpusilla* war auf den meisten Stationen so wie auf den Drescherschnitten. Auf den Stationen 544 und auch 548 waren die Zellzahlen

jedoch deutlich höher. *Chaetoceros criophilum*, *Chaetoceros dichæta*, *Chaetoceros neogræcile*, *Corethron criophilum*, *Dactyliosolen tenuijunctus*, *Leptocylindrus mediterræneus*, *Rhizosolenia antennata* f. *semispina* und *Thalassiothrix antarctica* traten auch auf den südlichen Schelfstationen so selten wie auf den Drescherschelfstationen bzw. gar nicht auf.

Die Eisalgenarten *Nitzschia lecointei*, *Nitzschia neglecta*, *Nitzschia stellata* und *Nitzschia taeniiformis* welche vorwiegend im Polynyagebiet gefunden wurden, sowie *Amphiprora* spp., *Nitzschia angulata*, *Nitzschia turgiduloides*, - *lineola* und *Tropidoneis belgicae* wurden vor Beginn der Meereisschmelze im Dreschergebiet gar nicht bzw. äußerst selten gefunden. In der südlichen Polynya traten sie außer auf der Station 543 in etwas höheren Dichten auf. Die Zellen von *Nitzschia kerguelensis* waren immer leer, jedoch waren die Konzentrationen der leeren Zellen etwas höher als vor dem Drescher Inlet. Die kleine Form von *Nitzschia cylindrus* wurde auch auf den südlichen Stationen nur in den Anreicherungen gefunden, jedoch lagen ihre Konzentrationen dort um eine Zehnerpotenz höher. *Nitzschia cylindrus* (lange Form), *Nitzschia subcurvata* und *Tropidoneis Vanheurkii*, die im Dreschergebiet selten bzw. gar nicht auftraten, waren auf den südlichen Stationen teilweise in hohen Konzentrationen vorhanden.

Auf der am Rande der östlichen Filchnergrabenflanke gelegenen Station 543 waren die Dichten der letzten drei Arten im Vergleich zu den anderen südlichen Schelfstationen am geringsten. Die Dichten der Thalassiosiraceae und der Gruppe *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* waren dort nicht deutlich höher als auf den Drescherstationen. Von allen südlichen Stationen ähnelte diese Station bezüglich der quantitativen Artenzusammensetzung den Drescherschelfstationen am meisten.

Die Konzentrationen der Thalassiosiraceae waren auf Station 548 genauso niedrig wie auf Station 543, jedoch waren die Bestände der *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe, von *Nitzschia cylindrus* (lange Form) und *Tropidoneis Vanheurkii* sowie von *Nitzschia subcurvata* zehn bis zwanzig bzw. vierzig Mal so hoch. Diese Station lag mitten auf dem Schelf, und die Unterseite des Festeises war dort stark mit Algen bewachsen.

Auf den Stationen 544 und 545 waren die Konzentrationen der Thalassiosiraceae ungefähr zehnmal so hoch wie auf 543 bzw. 548. Die Zellzahlen der *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe waren bei Station 545 ungefähr gleich und betrug bei 544 die Hälfte. Auf Station 545 lagen die Konzentrationen von *Nitzschia cylindrus* (lange Form) etwas und auf 544 deutlich niedriger als auf Station 548. Die Bestände von *Nitzschia subcurvata* waren auf diesen beiden Stationen wesentlich niedriger als auf Station 548. Die Konzentrationen von *Tropidoneis Vanheurkii* waren so hoch wie auf der Station 548. Beide Stationen lagen im Gebiet, in dem sich eine Diatomeenblüte in unter dem Festeis akkumulierten Eisplättchen aufgebaut hatte (Abb. 48 und 49).

Auf der im gleichen Plättcheneisgebiet ca. zwei Wochen später, jedoch vor Schmelzbeginn durchgeführten Station 584, waren die Konzentrationen der Thalassiosiraceae so hoch wie auf den Stationen 544 und 545. Die Bestände der *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe, von *Nitzschia cylindrus* (lange Form) und *Tropidoneis Vanheurkii* waren so groß wie auf der Station 544. Die Konzentrationen von *Nitzschia subcurvata* waren zwei- bis dreimal so hoch wie auf Station 548.

Zusammengefaßt betrachtet waren im südlichen Polynyagebiet die kleinen und großen begeißelten bzw. bewimperten Formen in ähnlichen Konzentrationen wie in der südöstlichen Küstenpolynya zu finden. Viele der in den nördlicheren Polynyagebieten in geringen Dichten auftretenden planktischen Diatomeen und Eisdiatomeen waren auf den südlichen Stationen - außer auf Station 543 - in etwas höheren Konzentrationen vorhanden. Die Dichten der Thalassiosiraceae und der *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe waren außer auf Station 543 erhöht; auf einigen Stationen lagen sie deutlich höher. *Nitzschia cylindrus* (lange Form), *Nitzschia subcurvata* und *Tropidoneis Vanheurkii* traten z. T. in deutlich höheren Konzentrationen auf.

#### 3.3.2.7.1 Das mikroskopische Erscheinungsbild der Planktonproben

Das mikroskopische Erscheinungsbild der Proben und der Arten im südlichen Polynyagebiet unterschied sich nicht von dem auf den Drescherstationen. Die sporenbildenden Diatomeenarten waren die gleichen und traten genauso häufig wie in der südöstlichen Polynya auf.

Vereinzelte wurden wie im Dreschergebiet Choanoflagellaten gefunden, die meist lädiert waren. Im Süden waren die gleichen der selten auftretenden Diatomeenarten wie weiter nördlich lädiert, bzw. Zellketten oder Borsten waren abgebrochen. Die relativen Anteile der leeren Schalen lagen nur auf Station 584 bei den Thalassiosiraceae und bei der *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe vergleichsweise hoch. Das gleiche galt auf Station 548 für die letzte Gruppe.

Die gleichen kleinen Kotballen bestehend aus leeren Diatomeenschalen, die vor dem Drescher Inlet aufgetreten waren, wurden auf den Stationen 543 und 584 in Dichten von ca. 2/l gefunden. Diese Pellets waren jedoch im Süden immer intakt und enthielten nie angelöste Diatomeenschalen. Wie im Dreschergebiet wurden wenige kleine amorphe ca. 70 µm große Pellets und Reste von Euphausiceen Kotschnüren unterschiedlicher Breite festgestellt. Die Gehalte an hyalinen Flocken und Detritusstückchen waren von Probe zu Probe unterschiedlich. Außergewöhnlich hohe Detritusgehalte im Vergleich zum Dreschergebiet wurden auf diesen Stationen nicht beobachtet.

### 3.3.2.8 Zusammenfassung der Ergebnisse zur Zusammensetzung und Entwicklung des Protistenplanktons in der Küstenpolynya

Der an der Weddellmeerküste unter der Polynya entlangfließende Küstenstrom war im Spätwinter und nach Frühjahrsbeginn im Norden vor der Atka Bucht, im Südosten vor dem Drescher Inlet und im Süden über dem breiten Schelf von der gleichen Protistenplanktongesellschaft besiedelt. Die Konzentrationen der Flagellaten waren in der südöstlichen Polynya deutlich höher als die der Diatomeen. Deren Zellzahlen änderten sich nach Schmelzbeginn nicht wesentlich, die der Diatomeen nahmen etwas zu. Im südlichen Polynyagebiet lagen in der Regel die Diatomeenkonzentrationen deutlich höher.

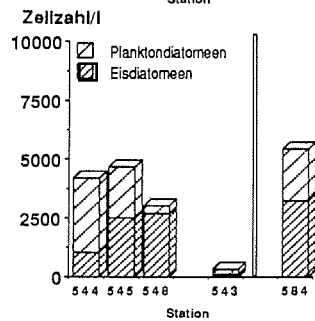
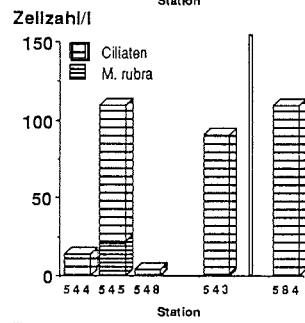
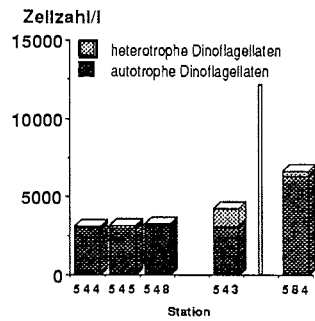
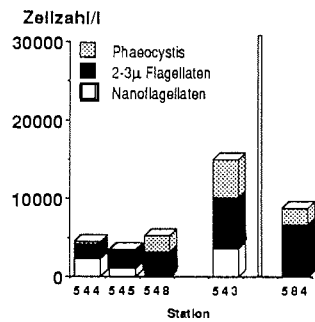
Die Küstenpolynya und der Weddellwirbel waren im Winter wie im Frühjahr soweit erkennbar von den gleichen µ- Flagellaten (u.a. *Phaeocystis* sp.) und den gleichen Nanoflagellatenarten (*Cryptophyceae*, *Prasinophyceae*) bevölkert. Diese Flagellaten besiedelten in unterschiedlichen Dichten die Wassersäule.

Im Küstenpolynyagebiet und im Packeisgebiet waren soweit erkennbar vor und nach der Meer-eisschmelze die gleichen Dinoflagellaten-, Ciliaten- und Tintinnenarten in unterschiedlichen Dichten verbreitet. Hinzu kamen Formen, die nur in bestimmten Gebieten in höheren Konzentrationen auftraten, und in anderen vereinzelt oder gar nicht.

Die Diatomeengesellschaft in der Küstenpolynya unterschied sich teilweise von der im Weddellwirbel. Die Gruppe der bestandsbildenden Thalassiosiraceae setzte sich in der Küstenpolynya aus anderen Arten zusammen. In der Polynya kamen bei der *Nitzschia* Sektion *Fragillariopsis* zwei im Weddellwirbel vereinzelt auftretende Arten als bestandsbildende hinzu. Die im nördlichen Gebiet abundanten Arten aus den Gattungen *Chaetoceros* Sektion *Phaeoceros*, *Rhizosolenia*, *Thalassiosira* und *Thalassiothrix* und viele der seltener oder einzeln im Norden auftretenden Arten waren auch im Gebiet der Küstenpolynya zu finden. Jedoch traten die vormaligen bestandsbildenden Arten dort nur vereinzelt, und die anderen Arten wieder nur selten oder noch vereinzelter auf. Die Exemplare vieler Formen aus dem Weddellwirbel wurden im Küstenstrom oft oder immer als lädierte oder leere Zellen gefunden. Umgekehrt traten einige in der Küstenpolynya abundante Arten vereinzelt im Gebiet des Weddellwirbels auf. Andere Formen waren sowohl im Gebiet der Küstenpolynya als auch im Packeisgürtel immer bestandsbildend bzw. immer selten.

Nach Frühjahrsbeginn nahmen die Konzentrationen der Thalassiosiraceae zu; auch bei einigen anderen planktischen Arten konnte ein Anstieg festgestellt werden. Die Zellzahlen der *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe und von *Tropidonies Vanheurkii* nahmen nach Schmelzbeginn zu. Auch einige andere Eisdiatomeenarten traten zum Teil in etwas höheren Konzentrationen auf.

Auf den am ozeanischen Rand des Küstenstromes gelegenen Stationen der Drescherschnitte unterschied sich die quantitative Zusammensetzung des Planktons von der auf den weiter küstenwärts im unvermischten Wasser gelegenen Stationen.



**Abb. 47:** Zellkonzentrationen der verschiedenen Planktongruppen in der Oberflächenschicht vor Schmelzbeginn auf den Schelfstationen im südlichen Küstenpolynyagebiet ; Station 584 wurde knapp zwei Wochen später als die anderen Stationen durchgeführt

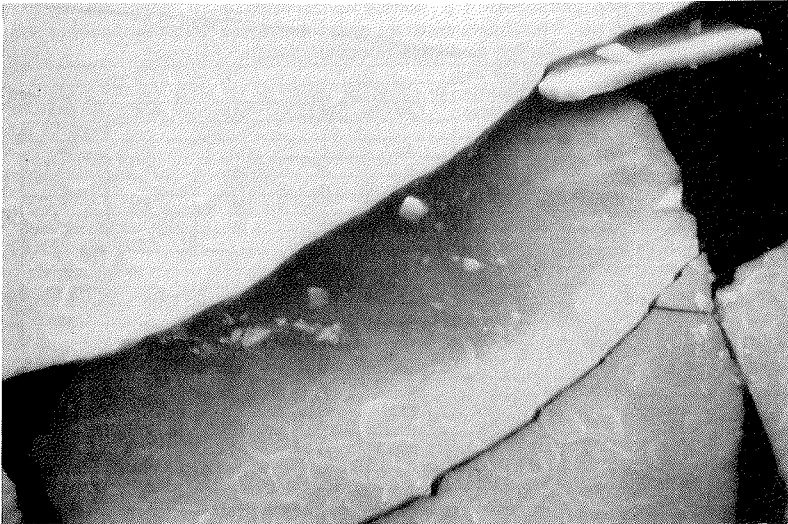
**Tabelle 15:** Zellkonzentrationen in der Oberflächenschicht vor Schmelzbeginn auf den Schelfstationen im südlichen Küstenpolynyagebiet aufgeschlüsselt nach den häufiger vertretenen Arten bzw. Gruppen. Die Zellkonzentrationen der Anreicherungsproben (nur die beschalteten Formen wurden gezählt) sind auf den jeweiligen Stationen neben den Konzentrationen der Schöpferproben aufgeführt. Linksbündig ist der relative Anteil der leeren Schalen in Prozenten oder die absolute Anzahl in Klammern angegeben; Station 584 wurde knapp zwei Wochen später als die anderen Stationen durchgeführt. (1: bedeutet vereinzelt auftretend)

Hauptgruppen, dominante Formen	PRC pg/Zelle	Zellen/l, 543	Zellen/l Anr.543	Zellen/l 0-35 m	Zellen/l 35 -100m	Zellen/l 100 -340m	Zellen/l 544	Zellen/l 545	Zellen/l 548	Zellen/l Anr. 548	Zellen/l 584	Zellen/l Anr. 584
Phaeocystis Schwärmer, 2x1 µm und 3x2 µm	4 - 5	4600		1700			397		2000		2100	
Phaeocystis Schwärmer, 5-7 x 4-6 µm	8	270										
Phaeocystis Schwärmer, zusammengefaßt		4870		1700			397		2000		2100	
Flagellaten 2-3 µm	3 - 4	6500		300	2300	2300	1833	2500	3000		6500	
µ-Flagellaten, zusammengefaßt		11370		2000	2300	2300	2230	2500	5000		8600	
Cryptophyceae, Typ a	7 - 9			1000			900					1
Cryptophyceae, Typ b	10	550						450	250		100	
Cryptophyceae, Typ c	7	3100		160	2700	670	1431	600				
Pyramimonas sp.	9							1	1		100	
Nanoflagellaten, zusammengefaßt		3650		1160	2700	2670	2331	1051	251		201	
Chrysophyceencysten "olive green cells"	5		50	200			47	70	1	(720) 120		60
Diataphanus speculum	500	(13)	2						(58)	4	(4)	1,5
Phaeocystis Kolonien, oder - Kolonieteile	100											
Dinofl. autotroph, 30-50 µm und > 50 µm	2000	34		15	10		8	5	15		1	
Dinofl. autotroph 30-20 µm	400	350		1100		1000	590	380			135	
Dinofl. autotroph 20-10 µm	200	1800		8800	650	320	2442	2500	2400		5600	
Dinofl. autotroph < 10 µm	5	900						70	700		600	
Dinofl. autotroph, zusammengefaßt		3084		9915	660	1320	3040	2955	3235		6336	
Dinofl. athekat, heterotroph > 20; 25 µm	2000	30		5	1		2	13	20		3	
Dinofl. athekat, heterotroph < 20; 25 µm	200	1100		160			37	170	25		350	
Dinofl. athekat, heterotroph, zusammengefaßt		1130		165	1		39	183	45		353	
Protoperdinium spp.	3000 (1)	12	45					6	1	24	3	0,8
Dinoflagellaten, zusammengefaßt		4226	45	10080	661	1320	3078	3144	3281	24	6692	0,8
Ciliaten, alorikate, ohne Myrionecta rubra	1500	90		26	10	10	14	88	4		110	
Myrionecta rubra	200	1						5				
Myrionecta rubra, kleine Form	50							17				
Myrionecta rubra, zusammengefaßt		1						22				
Tintinnina	2500 (1)	5 (9)	7	1			(1)	(10) 6 (1)	1 (2)	1	1 (1)	0,1
Thalassiosiraceae 50-85 µm und ≥ 90 µm	2500	12	74	30	40	11	28	15 % 20 15 % 20		18 48 % 90	66	
Thalassiosiraceae 50-40 µm	1000 (1)	0	17	560	100	230	251	350 (1)	23	57 24 % 252	189	
Thalassiosira spp. 35-17 µm	200 (1)	170	97	7050	430	210 (1)	1901	1777 24 % 93	98 24 % 1760	1434		
Thalassiosira gracilis, - perpusilla	50	1	12		1700		737		100	23	18	
Rhizosolenia alata	1000	1	3	22			5	3 (1)	3	3 37 % 8	6	
Rhizosolenia antarctica	500		1									
Rhizosolenia chunii	900								1			
Rhizosolenia antennata f. semispina	1000		1									
Corethron criophilum	2000		4						1		0,8	
Dactyliosolen tenuijunctus	500		1						10		1	
Eucampia balaustium	1000	8	14					3	1	7	1	



**Tabelle 16:** Überblick über die relativen Unterschiede der Zellkonzentrationen auf den Scheifstationen im südlichen Küstenpolynyagebiet zu den Scheifstationen in der südöstlichen Küstenpolynya im Drescherggebiet vor Schmelzbeginn (Skala: deutlich höhere Konzentrationen: + + , höhere Konzentrationen: + , etwas höhere Konzentrationen: + o und o+ , kein Unterschied: o , etwas niedrigere Konzentrationen: o - und - o , niedrigere Konzentrationen: - , deutlich niedrigere Konzentrationen: - - )

Unterschiede der Konzentrationen auf den Scheifstationen der Drescherschnitte: zu den südlichen Scheifstationen:	Dr I,II; III	Dr I,II; III	Dr I,II; III	Dr I,II; III	Dr I,II; III
<b>Flagellaten</b>					
Phaeocystis Schwärmer	o	-	- -	o	o
Flagellaten 2-3 µm	o	o	o	o	o
Cryptophyceae, Typ a	- -	o	- -	- -	-
Cryptophyceae, Typ b	o	- -	o	o	o
Cryptophyceae, Typ c	o	o	o	-	-
Pyramimonas sp.	- -	- -	-	-	- o
Chrysophyceen					
"olive green cells"					
Diaplethanus speculum					
Phaeocystis- Kolonien, oder - Kolonietelle					
<b>Dinoflagellaten</b>					
Dinofl. autotroph, 30-50 µm und > 50 µm	o	o	o	o	o
Dinofl. autotroph 30-20 µm	o	o	o	o	o
Dinofl. autotroph 20-10 µm	o	o	o	o	o
Dinofl. autotroph < 10 µm	o -	o -	o -	o -	o -
Dinofl. autotroph, zusammengefaßt	o	o	o	o	o
Dinofl. atekat, heterotroph > 20; 25 µm	+	o	o	o	o
Dinofl. atekat, heterotroph < 20; 25 µm	+	-	o	o	o
Dinofl. atekat, heterotroph, zusammengefaßt	+	-	o	o	o
Protoperdinium spp.	o	o	o	o	o
Dinoflagellaten, zusammengefaßt	o	o	o	o	o
<b>Ciliaten</b>					
Ciliaten, alorikate, ohne Myrionecta rubra	o	o	o	o	o
Myrionecta rubra	o	o	o	o	o
Myrionecta rubra, kleine Form	o	o	o	o	o
Tintinnina	o	o	o	o	o
<b>Diatomeen</b>					
Thalassiosiraceae 50-85 µm und ≥ 90 µm	o	+	+	o	++
Thalassiosiraceae 50-40 µm	o	++	++	o	++
Thalassiosira spp. 35-17 µm	o	++	++	o	++
Thalassiosira gracilis, - perpusilla	o	++	-	+	o
Rhizosolenia alata	o	+	+	+	+
Rhizosolenia antarctica					
Rhizosolenia chunii					
Rhizosolenia antennata f. semispina	o	o	o	o	o
Corethron criophilum	o	o	o	o	o
Dactyliosolen tenuijunctus	o	o	o	o	o
Eucampia balauetium	+	-	+	o+	o+
Leptocylindrus mediterraneus mit Epiphyten	o	o	o	o	o
Leptocylindrus mediterraneus	o	o	o	o	o
Chaetoceros bulbosum f. cruciata	+			+	
Chaetoceros bulbosum var. Schimperiana					
Chaetoceros atlanticum				+	
Chaetoceros dicheta	o	o			o
Chaetoceros peruvianum					
Chaetoceros pendulum					
Chaetoceros convolutum					
Chaetoceros criophilum		o		o	o
Chaetoceros Typ b				+	
Chaetoceros deflandrei					
Chaetoceros skeleton					
Chaetoceros neogracile	o	o	o	o	o
Chaetoceros neglectum	+	+	+	o	o
Chaetoceros Typ a	o+	++	o+	+	++
Thalassiothrix antarctica	o	o	o	o	o
Odontella weissflogii	o+	o+	+	+	o+
Planktische Diatomeen, zusammengefaßt	o+	++	++	+	++
Tropidoneis Vanheurkil	+	++	++	++	++
Tropidoneis glacialis, - antarctica					
Tropidoneis belgicae	o+	+	+	+	+
Amphiprora spp.	o	+	+	+	+
Nitzschia curta, - ritchei, - subl., - obliquec.	o	+	++	++	++
Nitzschia kerguelensis	+		+	+	
Nitzschia cylindrus, kleine Form	+			+	+
Nitzschia cylindrus, lange Form	+	+	++	++	+
Nitzschia angulata	+			++	+
Nitzschia closterium					
Nitzschia subcurvata	o+	+	+	++	++
Nitzschia lecontei	o+	o	o	o+	+
Nitzschia prolongatoides					
Nitzschia taeniformis	o+	+	+	o+	o
Nitzschia stellata	o+	+	o	o+	o
Nitzschia neglecta	o+	+	o	o+	o+
Nitzschia turgiduloides, - lineata	o	+	o	+	o
Navicula criophila					
Eisdiatomeen, zusammengefaßt	+	++	++	++	++
Diatomeen, zusammengefaßt	+	++	++	++	++



**Abb 48:** Die Plättcheneisschicht unter triebendem Meereis (Dicke 10 bis 15 cm) in der südlichen Küstenpolynya ist durch massive Diatomeenentwicklung im Interstitialwasser dunkel gefärbt (Photo Moore).



**Abb 49:** Eisplättchen mit Diatomeen unter einer aufgebrochenen Scholle. Die Dicke der Scholle beträgt ca. 40 cm (Photo Moore).



### 3.3.3 Die qualitative und quantitative Artenzusammensetzung in der Untereiswasserschicht

Die qualitative und quantitative Artenzusammensetzung in der Wasserschicht unmittelbar unter dem Meereis, die auf verschiedenen Stationen gesondert in vertikalen Abständen von einigen Dezimetern oder Zentimetern beprobt wurde (Kapitel 2, Tabelle 1), soll im folgenden Kapitel vorgestellt und mit der Besiedlung in der Wassersäule verglichen werden.

Die qualitative Artenzusammensetzung in der Untereiswasserschicht entsprach der Zusammensetzung in der Oberflächenschicht (**ESW**). Die abundanten Formen und die relativen Zusammensetzungen der Größengruppen innerhalb der jeweiligen Protistengruppen waren gleich. Auch die meisten Arten, die in der freien Wassersäule vereinzelt auftraten, wurden festgestellt. Dauersporen wurden bei den gleichen Arten in ähnlichen Anteilen gefunden, und das mikroskopische Erscheinungsbild der Arten entsprach in der Regel dem in der Wassersäule. Auf Abweichungen und einige Besonderheiten wird am Ende dieses Kapitels eingegangen.

Die Chlorophyllkonzentrationen (Kapitel 3.2.1.3) waren in der Untereiswasserschicht auf allen Stationen außer auf 591/1 und 591/2 (**Gruppe 1**) und den Stationen der **Gruppe 5** höher als in der freien Wassersäule (Kapitel 3.2.1.3). Die Zellkonzentrationen vieler Arten schwankten zum Teil innerhalb der Untereiswasserschicht. Ausgeprägte Maxima in der vertikalen Verteilung vieler Formen wurden auf den Stationen 584, 585, 587, 591/3 und 592, 594/2 im südlichen Polynyagebiet (**Gruppen 1** und **2**) und auf allen Stationen im Drescher Inlet (**Gruppe 4**) beobachtet. Auf den Stationen 581, 594/1, 611 und 636 wurden bei *Myrionecta rubra* sowie einigen Flagellatenformen Maxima in der Vertikalverteilung beobachtet. Dies machte sich nicht eindeutig in den Chlorophyllkonzentrationen bemerkbar, weil die entsprechenden Arten sehr klein waren, oder weil die absoluten Zelldichten dieser Formen gering waren. Die Horizonte der Zellzahlmaxima lagen sowohl bei den deutlich als auch bei den gering ausgeprägten Maxima auf den jeweiligen Stationen unterschiedlich. Sie befanden sich entweder ganz oben unmittelbar unter dem Eis oder lagen einige Dezimeter tiefer. Ausgeprägte Maxima der Zellkonzentrationen innerhalb der Profile, die auch im Anstieg der Chlorophyllgehalte in den gleichen Horizonten reflektiert waren, wurden auf allen Stationen beobachtet, auf denen absolut hohe bzw. relativ zur Wassersäule deutlich erhöhte Chlorophyllkonzentrationen in der Untereiswasserschicht gemessen wurden, dagegen auf den anderen chlorophyllärmeren Untereisstationen nicht. Die höchsten Biomassen wurden auf Stationen mit deutlichen physikalischen und z. T. auch chemischen Unterschieden und Gradienten (Plättcheneis mit zuweilen Salzgehalts-, Temperatur- und Nährsalzniedrigungen) beobachtet. An den Zellzahlmaxima waren auf den verschiedenen Stationen unterschiedliche Arten beteiligt.

Zum Vergleich der Zellkonzentrationen in der Untereiswasserschicht mit den Konzentrationen in der freien Wassersäule werden die nächstgelegenen zur gleichen Zeit beprobten Wassersäulenstation herangezogen:

- für die Stationen der **Gruppe 1** Wassersäulenstation 584
- für die Stationen der **Gruppe 2** Wassersäulenstation 595; diese Station wurde im Kapitel 3.3.2.5 nur kurz vorgestellt
- für die Stationen der **Gruppe 3** Wassersäulenstation 563 für die Untereisstation 581 und Wassersäulenstation 603 für die restlichen Untereisstationen dieser Gruppe
- für die Stationen der **Gruppe 4** Wassersäulenstation 621; diese lag nicht im Drescher Inlet, sondern unmittelbar davor auf dem Schelf
- für die Stationen der **Gruppe 5** Wassersäulenstationen 633, 636, 637; auf jeder Untereisstation wurde gleichzeitig die Wassersäule beprobt

Bei einigen Arten werden zum Vergleich mit der Wassersäule die Konzentrationen aus der oberen Oberflächenschicht herangezogen, da diese Arten ungleichmäßig im **ESW** verteilt waren. Ein ausgeprägter vertikaler Gradient, konnte regelmäßig bei einigen Ciliatenarten (*Strombidium cf. diversum*, *Strombidium cf. hadai*, *Strombidium cf. antarcticum*) und bei *Myrionecta rubra* erkannt werden. Sie waren im oberen Bereich der durchmischten Schicht - außer im Eisrandgebiet - deutlich höher konzentriert. Auf einigen Stationen waren auch die Konzentrationen verschiedener anderer alorikater Ciliatenarten in den oberen Horizonten höher.

Auf den Wassersäulenvergleichsstationen waren die Vertikalverteilungen folgender Plankter in der Oberflächenschicht inhomogen: Die Zellen fast aller Arten waren auf der Schelfstation 584 (Vergleichsstation für Gruppe 1) ungleichmäßig jedoch ohne vertikalen Gradienten verteilt. Nur

*Nitzschia lecointei* und die lange Form von *Nitzschia cylindrus* waren ausschließlich in den oberen 50 bzw. 150 m zu finden. Die oben erwähnten Ciliatenarten traten auf dieser Station nicht auf. Auch auf den zwei Wochen vorher im gleichen Gebiet durchgeführten Stationen 543, 544, 545 und 548 wurden diese Ciliatenarten äußerst selten festgestellt.

Auf der Schelfstation 595 (Vergleichsstation für Gruppe 2) waren die Zellen in der obersten Probennahmetiefe (4 m) höher konzentriert als darunter: Die Zelldichten von *Phaeocystis* sp. lagen bei 9000/l, von *Pyramimonas* sp. bei 1200/l, der autotrophen athekaten Dinoflagellaten bei 1700/l und der heterotrophen bei 120/l, von *Strombidium* cf. *diversum* bei 90/l, von *Strombidium* cf. *hadai* bei 10/l, von *Myrionecta rubra* bei 70/l, der Thalassiosiraceae bei 180/l und der *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe bei 110/l.

Auf der über dem unteren Hang gelegenen Station 563 (Vergleichsstation für Gruppe 3) waren *Phaeocystis* Flagellaten in der obersten Probennahmetiefe (6 m) mit 20000 Zellen/l höher als darunter konzentriert. Die Anreicherungsproben zeigten außerdem mit der Tiefe abnehmende Zelldichten der Thalassiosiraceae (90 Zellen/l in 6m) und der *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe (120 Zellen in 6 m). Auf der im gleichen Gebiet nach Schmelzbeginn durchgeführten Station 603 waren *Strombidium* cf. *diversum*, *Strombidium* cf. *hadai* (zusammen 250 Zellen/l in 5 m), *Myrionecta rubra* (350 Zellen/l in 5 m) und *Tropidoneis Vanheurkii* (120 Zellen/l 5 m und 21 m) in den oberen Horizonten in etwas höheren Konzentrationen zu finden.

Auf der Station 621 (Vergleichsstation für Gruppe 4) waren *Strombidium* cf. *diversum* (200 Zellen/l in 5 m), *Myrionecta rubra* (750 Zellen/l in 5 m), die größte Größengruppe der autotrophen athekaten Dinoflagellaten (100 Zellen/l in 5 m), die kleinen Thalassiosiraceae (meist *Thalassiosira antarctica*, 1100 Zellen/l in 5 m) und die *Nitzschia curta*, - *ritscheri*, - *sublinearis*, - *obliquecostata* Gruppe (400 Zellen/l in 5 m) in den oberen Bereichen etwas höher als darunter konzentriert.

Auf der Station 633 (Gruppe 5) waren alle Formen in der oberen Wassersäule höher konzentriert, wobei die Zelldichten in 24 m Tiefe höher lagen als in 5 m Tiefe.

Auf der Station 636 waren alle Ciliaten- sowie alle Dinoflagellatenarten in den oberen Horizonten höher konzentriert. In den unteren Bereichen der Oberflächenschicht waren im Gegensatz dazu mehr Zellen von *Phaeocystis* sp. als oben vorhanden. Alle anderen Arten waren ungefähr gleichmäßig verteilt.

Auf der Station 637 erlaubten die beprobten Tiefenstufen keine Aussage über die vertikale Verteilung der Arten in der Oberflächenschicht.

Auf allen Vergleichsstationen waren somit in der freien Wassersäule die Ciliatenarten *Strombidium* cf. *diversum*, *Strombidium* cf. *hadai* und *Myrionecta rubra* oben immer höher konzentriert. Kleine Flagellaten, Dinoflagellaten und Diatomeen waren dagegen nur auf einigen Stationen - vor allem auf denen nach Schmelzbeginn - oben in höheren Dichten vorhanden.

### 3.3.3.1 Die quantitative Artenzusammensetzung in der Untereiswasserschicht

Im folgenden Kapitel sollen die quantitativen Artenzusammensetzungen auf den Stationen der Gruppen 1 bis 5 nacheinander vorgestellt werden. Zu Beginn wird jeweils eine Zusammenfassung gegeben (durch das Schriftbild gekennzeichnet) und anschließend wird auf die Konzentrationen der einzelnen Organismen eingegangen. Die Verteilungen der Konzentrationen der verschiedenen Gruppen sind in den Abbildungen 50 bis 54 dargestellt. In der Tabelle 17 werden die relativen Unterschiede der Konzentrationen der einzelnen Arten bzw. Gruppen zu den Beständen in der freien Wassersäule aufgeführt.

**Tabelle 17:** Übersicht über die relativen Unterschiede der Konzentrationen der einzelnen Arten bzw. Gruppen in der Unterwasserwasser-schicht zu den Beständen in der freien Wassersäule (Skala: deutlich höhere Konzentrationen: ++, höhere Konzentrationen: +, etwas höhere Konzentrationen: +o und o+, kein Unterschied: o, etwas niedrigere Konzentrationen: o- und -o, niedrigere Konzentrationen: -, deutlich niedrigere Konzentrationen: --)

Unterschiede der Konzentrationen zwischen Wassersäule Stationen:	Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3			Gruppe 4		Gruppe 5													
	584	585	587	591/1	592	594/1	594/2	581	563	603	611	612/1	612/2	616	621	633	636	637					
u. Unterwasserwasser-schicht Stationen:	584	585	587	591/1	591/2	591/3	592	594/1	594/2	581	611	612/1	612/2	616	619	620/1	620/2	633	636/1	636/2	637/1	637/2	
<i>Flagellaten</i>																							
Phaeocystis Schwärmer, zusammengefaßt	++	++	+	+	+	+	++	+	++	+	+	+	+	+	+	++	++	o	+	+	+	o	-o
Flagellaten 2-3µm	++	++	++	o	o	o	++	+	++	o+	++	++	++	+	++	++	++	o	+	+	+	+	+
Cryptophyceae, Typ a	o-	o-	+o	o-	o-	o-	++	++	++	o	+	+	+	-	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Cryptophyceae, Typ b							++	++	++	o	+	+	+	-	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Cryptophyceae, Typ c							--	--	--	+	+	+	+	+	o-	o-	o-	+	+	+	+	++	+
Pyramimonas sp.	-	o	+o	o	o	o	--	--	--	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chrysochaeocysten	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	+	+	+	+	+	+
Phaeocystis Kolonien, oder - Kolonieteile																							
<i>Dinoflagellaten</i>																							
Dinofl. autotroph 30-50 µm und > 50 µm	+	+	+	o	o	o				+	o	o	+	+	o	-	-o	+	o	o	o	o+	o+
Dinofl. autotroph 30-20 µm	+	+	+	+	o	o				+	+	+	+	+	-	o+	++	+	+	+	+	+	+
Dinofl. autotroph 20-10 µm	++	++	+	+	+	+				+	+	+	+	+	++	++	++	o	o	o	o+	+	+
Dinofl. autotroph < 10 µm	o+	o+	-	+	+o	o-				+	+	+	+	+	++	++	++	+	+	+	+	+	+
Dinofl. autotroph, zusammengefaßt	++	++	+	+	+	+	++	+	++	+	+	+	+	+	++	++	++	+	+	+	+	+	+
Dinofl. athekat, heterotroph > 20; 25 µm	--	o	o-	o	o	o				-	+	+	+	+	-o	o	--	+	+	+	+	+	+
Dinofl. athekat, heterotroph <20; 25 µm	--	--	--	o	o	o				-	+	+	+	+	-o	o	--	+	+	+	+	+	+
Polykrikos Typ a	++	o	++	o	o	o	+			o	+	+	+	+	++	++	++	+	+	+	+	+	+
Dinofl. athekat, heterotroph, zus.gefaßt	+	o	+	o	o	o	+o	+o	+o	-	+	+	+	+	++	++	++	+	+	+	+	+	+
Protopteridium spp.	-	+o	+o	-	+o	-	+o	+o	+o	-	+	+	+	+	--	--	--	++	++	++	++	++	++
Dinoflagellaten, zusammengefaßt	++	+	+o	+	+	+	+	+	+	+	+o	+	+	+	++	++	++	+	+	+	+	+	+
<i>Ciliaten</i>																							
Ciliaten, alorikate ohne Myrionecta rubra	o+	-o	-o	-o	-o	-o	--	--	--	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o	o	o
Myrionecta rubra							--	--	--	++	o	o	o	o	--	-o	--	-	-	-	-	-	-
Myrionecta rubra, kleine Form							--	--	--	o	o	o	o	o	+	+	+	-o	-	-	-	-	-
Tintinnina	o	o	o	o	o	o	+	+	+	o	o	o	o	o	+	+	+	-o	-	-	-	-	-
Ciliaten holotrich	+	--	+	-	--	+	+	+	+	o	o	o	o	o	+	+	+	-	-	-	-	-	-

Tabella 17: Fortsetzung

(Skala: deutlich höhere Konzentrationen: ++, höhere Konzentrationen: +, etwas höhere Konzentrationen: +o und o+, kein Unterschied: o, etwas niedrigere Konzentrationen: o- und -o-, niedrigere Konzentrationen: -, deutlich niedrigere Konzentrationen: --)

Unterschiede der Konzentrationen zwischen Wassersäule u. Untere Wasserschicht	Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3		Gruppe 4		Gruppe 5									
	584	585	587	591/1	591/2	591/3	595	594/1	594/2	563	603	601	620/1	620/2	633	636	637	
Diatomeen																		
Thalassiosiraceae 50-85 µm und ≥ 90 µm	++	++	++	o	o	+	++	+	++	++	+	++	++	++	o	+	o	o
Thalassiosiraceae 50-40 µm	++	++	++	o	o	+	++	+	++	++	+	++	++	++	-	-	o	o
Thalassiosira spp. 35-17 µm	++	++	++	o	o	++	++	+	++	++	+	++	++	++	o	+	+	+
Thalassiosira gracilis, - perpusilla	--	--	--	-o	--	--	--											o
Thalassiosiraceae Auxosporen																		
Rhizosolenia alata	++	++	++	o	o	o												o
Corethron criophilum	+	+	+	o	o	o	+	+	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o
Eucampia balauitium	+	+	+	o	o	o												o
Leptocylindrus mediterraneus m. Epiphyten	o	+	+	o	o	o												
Chaetoceros neglectum	++	++	++	+	+	++	++	++	++	++	+	++	++	++	+			
Chaetoceros Typ a	++	+	++	--	--	++	--	--	++									
Odontella weissflogii	+	+	+	o	-	-												
Planktische Diatomeen, zusammengefaßt	++	++	++	o	o	+	++	+	++	++	+	++	++	++	o	+	+	-o
Tropidoneis Vanheurkii	+	++	++	o	o	+	++	--	++	++	+	++	++	++	++	++	+	+
Tropidoneis belgicae	+	+	++	o	o	o+	+		o+	++	++	++	++	++	+	++	+	o
Amphiprora spp.	+	++	++	o	o	+	++	--	++	++	+	++	++	++	+	++	+	+
Nitzschia curta, - ritschi, - subl., - obliq.	++	++	++	o	o	+	++	+	++	++	+	++	++	++	o	+	+	+
Nitzschia kerguelensis	++	++	++	o	o	+	++	+	++	++	+	++	++	++	o	+	+	++
Nitzschia cylindrus, kleine Form	++	++	o-	-	-	+	--	--	+	+	+	++	++	++	+	+	+	++
Nitzschia cylindrus, lange Form	+	+	o-	-	-	o	--	--	+	+	+	++	++	++	+	+	+	++
Nitzschia closterium																		
Nitzschia subcurvata	+	++	o	-	-	-	--	--	+	+	+	++	++	++	+	+	+	o
Nitzschia turgiduloides, - lineola	+	++	+	o	o	+	--	--	+	+	+	++	++	++	+	+	+	o
Eisdiatomeen, zusammengefaßt	++	++	++	+	-	+	++	+	++	++	+	++	++	++	+	+	+	++
Diatomeen, zusammengefaßt	++	++	++	o	o	++	++	+	++	++	+	++	++	++	+	+	+	++
Dinoff., Ciliaten mit ingest. Diatomeen	+	o	+	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

Zusammenfassung **Gruppe 1**: Die Zellkonzentrationen der Nanoflagellaten, der planktischen alorikaten Ciliaten, von *Myrionecta rubra* und der Tintinnen waren auf den Stationen der Gruppe 1 nicht deutlich höher als in der freien Wassersäule. Die autotrophen Dinoflagellaten waren unter dem Eis in höheren Konzentrationen zu finden. Die Bestände der heterotrophen Dinoflagellaten - *Polykrikos* ausgenommen- waren z.T. geringer als in der Wassersäule. Die Konzentrationen der Plankton- und Eisdiatomeen lagen mit Ausnahme der Stationen 591/1 und 591/2 höher als in der Wassersäule, zum Teil um mehrere Zehnerpotenzen. Die Bestände der planktischen Diatomeen waren meist deutlich höher als die der Eisdiatomeen. Die Konzentrationsmaxima, die auf einigen Stationen bei den bestandsbildenden Formen festgestellt wurden, lagen nicht immer unmittelbar unter dem Eis. Auch befanden sich die Maxima der einzelnen Gruppen oft in unterschiedlichen Tiefen.

Auf allen Stationen der **Gruppe 1** (Abb. 50) lagen die Konzentrationen der *Phaeocystis* Schwärmer in der Untereissschicht etwa zwischen 10000 und 200000 und damit um ein bis zwei Zehnerpotenzen höher als in der Wassersäule. 2 bis 3 µm große Flagellaten wurden in manchen Horizonten einiger Stationen gar nicht gefunden, ansonsten lagen die Zelldichten wie in der Wassersäule bei einigen Tausend Zellen/l. Auf den Stationen 584, 585 und 587 waren die Konzentrationen in einigen Tiefen dagegen bis zu zwei Zehnerpotenzen höher.

Von den Cryptophyceae, die auch in der Wassersäule spärlich vorhanden waren, wurde nur einmal Typ a auf der Station 587 direkt unter dem Eis mit 13000 Zellen/l gefunden. Chrysophyceencysten wurden in manchen Tiefen gar nicht gefunden und waren in den anderen Horizonten nur in etwas höheren Dichten als in der Wassersäule vorhanden. Auch *Pyramimonas* sp., der in der Wassersäule kaum vorkam, trat in den einzelnen Tiefen sehr sporadisch und auf der Station 584 gar nicht auf. Nur auf Station 587 war dieser Flagellat direkt unter dem Eis in etwas höheren Dichten (so wie *Cryptophyceae* Typ a) vorhanden. Koloniereste von *Phaeocystis* wurden nur auf Station 591/3 (etwa 10 Zellen pro Liter) festgestellt.

Die Konzentrationen der athekaten autotrophen Dinoflagellaten waren auf den Stationen der Gruppe 1 in der Regel zwei- bis viermal so hoch wie in der Wassersäule. Auf den Stationen 584 und auf 585 waren die Dichten in einigen Horizonten, die teilweise mit den Chlorophyllmaxima zusammenfielen, bis zwanzig Mal so hoch (Abb. 50 a, b). *Protoperidinium* Arten traten ähnlich wie in der Wassersäule auf den Stationen dieser Gruppe sehr selten - nur in den unteren Horizonten von Station 585, 587 und 591/2 - in Konzentrationen von 10 bis 20 Zellen/l auf. Die Konzentrationen von *Polykrikos* Typ a, die in der freien Wassersäule bei ungefähr 10 Zellen/l lagen, waren unterschiedlich hoch und betrugen auf Station 584 bis 4700 Zellen/l. Auf der Station 587 war *Polykrikos* Typ a ähnlich ungleichmäßig verteilt, mit maximal 6600 Zellen/l im Horizont der höchsten Chlorophyllkonzentration. Auf den anderen Stationen war diese Art lediglich in einigen Tiefen zu finden mit Konzentrationen zwischen 10 und 60 Zellen/l. Auf den Stationen 587 und 585 waren lediglich in einigen Tiefen andere athekate heterotrophe Dinoflagellaten vorhanden. Auf den drei Profilen der Station 591 wurden dagegen in allen Tiefen heterotrophe Dinoflagellaten in Konzentrationen ähnlich wie in der Wassersäule festgestellt (Abb. 50 d, e, f).

Alorikate, planktische Ciliaten waren in den Untereissschichten nicht in allen Horizonten festzustellen; sie waren meist in geringeren Konzentrationen als in der Wassersäule vorhanden. Nur auf der Station 584 lag die Konzentration unter dem Festeis mit 1300 Zellen/l relativ hoch. Holotriche Ciliaten, die in der freien Wassersäule sehr vereinzelt auftraten, waren unter dem Eis ähnlich unregelmäßig wie die anderen Ciliaten verteilt, in einigen Tiefen wurden bis zu einige hundert Zellen/l gezählt. *Strombidium cf. diversum*, *Strombidium cf. hadai*, *Strombidium cf. antarcticum* und *Myrionecta rubra* wurden auf den Stationen 584, 585 und 587 gar nicht angetroffen (Abb. 50 a, b, c). Auf der Station 591 waren sie ähnlich wie in der Wassersäule in geringen Dichten vorhanden. Tintinnen traten wie in der Wassersäule sehr vereinzelt auf (Abb. 50 d, e, f).

Die Konzentrationen der planktischen Diatomeen waren von Station zu Station und auf den Stationen 584, 585, 587 und 591/3 auch innerhalb der Profile sehr unterschiedlich (Abb. 50 a, b, c, f). Auf allen Stationen wurde der Hauptanteil der planktischen Diatomeen von den Thalassiosiraceae gestellt. *Chaetoceros neglectum*, *Chaetoceros* Typ a, *Corethron criophilum*, *Eucampia balaustium*, *Leptocylindrus mediterraneus* sowie *Rhizosolenia alata* waren auf den Stationen 584, 585, 587 und 591/3 in einigen Horizonten in höheren Dichten von einigen

hundert bis einigen Tausend Zellen/l vorhanden. Auf den Stationen 591/3 und 585 lagen die Zelldichten der Thalassiosiraceae 135 cm unter dem Eis bei ca. 18000 bzw. 3900 Zellen/l und direkt unter dem Eis betrug die Konzentrationen ca. 100000 bzw. 360000 Zellen/l. Im Gegensatz dazu lagen auf den Stationen 584 und 587 die höchsten Zelldichten der Thalassiosiraceae nicht direkt unter dem Eis. Auf der Station 584 betrug die niedrigsten Zelldichten ca. 220000 Zellen in 110 cm und 240000 Zellen in 170 cm Tiefe, die höchsten Dichten mit ca. 1 Mio. Zellen/l lagen dazwischen in 150 cm Tiefe. Auf der Station 587 lagen die niedrigsten Zelldichten von 4800 (in 100 cm) und 3300 Zellen/l (in 170 cm) in der Größenordnung der Wassersäulenkonzentrationen. Die höchsten Zelldichten der Thalassiosiraceae von 3,9 Mio. Zellen/l wurden in 50 cm Tiefe festgestellt. Auf den Stationen 591/1 und 591/2 entsprachen die Dichten der planktischen Diatomeenarten denen in der freien Wassersäule (Abb. 50 d, e). Auxosporen von Thalassiosiraceae, die im südlichen Polynyagebiet sehr vereinzelt in der Wassersäule aufgetreten waren, wurden nur auf Station 591/3 mit maximal 130 Zellen/l gefunden.

Die relativen Anteile der einzelnen Eisdiatomeenarten in der Untereissschicht waren von Station zu Station unterschiedlich und unterschieden sich auch von der quantitativen Zusammensetzung dieser Gruppe in der Wassersäule. Auf der Station 591/3 befanden sich die meisten Eisdiatomeen ähnlich wie die planktischen Diatomeen direkt unter dem Eis. Die Konzentrationen lagen dort bei ca. 25000 Zellen/l und fielen darunter ab auf Wassersäulenkonzentrationen (Abb. 50 f). Auch auf der Station 585 lag das Maximum der Eisdiatomeen direkt unter dem Eis und fiel mit dem Maximum der planktischen Diatomeen zusammen. Der Bestand war jedoch unter dem Eis mit ca. 1.060000 Zellen/l drei Mal so hoch wie der der planktischen Diatomeen auf dieser Station. Darunter fielen die Konzentrationen wiederum rapide ab (Abb. 50 b). Auf der Station 584 waren im Gegensatz zu den planktischen Diatomeen die höchsten Konzentrationen der Eisdiatomeen in den Horizonten direkt unter dem Eis zu finden. Sie lagen mit ca. 130000 Zellen/l im Vergleich zu den planktischen Diatomeen relativ niedrig. Die niedrigste Eisdiatomeenkonzentration (17300 Zellen/l) wurde im untersten Horizont, wo auch der Bestand der planktischen Diatomeen am geringsten war, angetroffen (Abb. 50 a).

Auf der Station 587 wurden die größten Bestände der Eisdiatomeen wie die höchsten Konzentrationen der Planktondiatomeen nicht direkt unter dem Eis, sondern etwas tiefer gefunden. Das Maximum (810000 Zellen/l) lag jedoch nicht in der gleichen Tiefe wie das Maximum der planktischen Diatomeen in 50 cm, sondern etwas tiefer in 75 cm. Darüber und darunter fielen die Konzentrationen der Eisdiatomeen viel deutlicher ab als auf den Stationen 585 und 584. Die geringsten Zellkonzentrationen von ca. 2300 Zellen/l wurden in der untersten beprobten Tiefe, wo auch die Konzentration der planktischen Diatomeen am niedrigsten war, gemessen (Abb. 50 c). Auf den Stationen 591/1 und 591/2 lagen die Konzentrationen der Eisdiatomeen mit meist einigen Hundert Zellen/l niedriger als in der Wassersäule (Abb. 50 d, e).

In der Wassersäule waren vereinzelt Dinoflagellaten und Ciliaten mit ingestierten pennaten Diatomeen gefunden worden. Auf den Stationen 584 und 587 wurden direkt unter dem festen Eis, bzw. in 75 cm Tiefe Konzentrationen dieser Diatomeen fressenden heterotrophen Einzeller von 300 bzw. 700 Zellen/l festgestellt.

**Zusammenfassung Gruppe 2:** Auf beiden Stationen der Gruppe 2 waren die Besiedlungsdichten der begeißelten und bewimperten Formen ungefähr so hoch wie in den Horizonten außerhalb der sehr hohen Zelldichten auf den Stationen aus Gruppe 1. Im Vergleich zur freien Wassersäule waren in der Untereiswasserschicht auf den Stationen dieser Gruppe deutlich mehr kleine und mittelgroße Flagellaten und autotrophe Dinoflagellaten vorhanden. Auf Station 592 lagen die Zellzahlen der Diatomeen um ein bis zwei Zehnerpotenzen höher als auf Station 594. Der Unterschied der Diatomeenkonzentrationen zur freien Wassersäule war auf Station 594 deutlich geringer. Die qualitative und die quantitative Artenzusammensetzung in der Untereiswasserschicht auf Station 592 ähnelte denen auf den Stationen der Gruppe 1.

Auf den etwas weiter nördlich gelegenen Stationen der **Gruppe 2** (Abb. 51) waren die Dichten von *Phaeocystis* und der 2-3 µm großen Flagellaten ungefähr fünf- bis zehnmals so hoch wie in der Wassersäule. Auf den Stationen 592 und 594/2 lagen die Konzentrationen direkt unter dem Eis sogar bei 400000 bzw. 100000 Zellen/l. Die Dichten der kleinen Flagellaten waren insgesamt betrachtet in dieser Gruppe höher als auf den Stationen der Gruppe 1. Auf Station

594 traten erstmals nicht nur kleine und mittelgroße Flagellaten von *Phaeocystis* auf, sondern auch große Flagellaten, wobei viele von ihnen kleine Schleimscheibchen mit sich trugen. Die Konzentrationen der Cryptophyceae, die in der Wassersäule (Station 595) gar nicht angetroffen wurden, lagen unter dem Eis zwischen 600 und 18000 Zellen (Typ a), wobei die höchsten Dichten meist kurz unter dem Eis gefunden wurden. Typ b war nur auf der Station 592 direkt unter dem Eis mit 60000 Zellen vorhanden, fehlte jedoch sonst bis auf eine Ausnahme auf Station 594/1. Typ c trat in der Gruppe 2 gar nicht auf. Im Vergleich zu Gruppe 1 traten deutlich mehr *Cryptophyceae* vom Typ a auf. Chrysophyceencysten waren wie in Gruppe 1 nicht in jeder Tiefe zu finden, dort wo sie auftraten jedoch in Konzentrationen von etwa tausend Zellen/l.

Die Zellzahlen der autotrophen und heterotrophen Dinoflagellaten waren in den Horizonten kurz unter dem Meereis immer höher als darunter (Abb. 51). Die Konzentrationen der autotrophen Dinoflagellaten waren in der Untereiswasserschicht drei- bis über zehnmal so hoch wie in der Wassersäule. Die Konzentrationen der heterotrophen Dinoflagellaten schwankten zwischen den Stationen und den einzelnen Tiefen von 0 bis 2600 Zellen/l. *Polykrikos* trat nur auf der Station 592 auf mit maximal 300 Zellen/l direkt unter dem Eis. *Protoperidinium* spp. waren auch in Gruppe 2 sehr selten. In der Wassersäule wurden sie gar nicht gefunden.

Alorikate, planktische *Ciliaten* und *Myrionecta rubra* wurden auf den Stationen dieser Gruppe nicht in jeder Tiefe festgestellt. Die Konzentrationen schwankten zwischen 10 und mehreren hundert Zellen/l. Die Ciliaten *Strombidium* cf. *diversum*, *Strombidium* cf. *hadai* und *Strombidium* cf. *antarcticum* traten in der Untereissschicht der Gruppe 2 vereinzelt auf, auf Station 595 waren im oberen Bereich der freien Wassersäule mehr davon vorhanden. Holotriche Ciliaten und Tintinnen waren sehr selten; sie wurden in der freien Wassersäule nicht festgestellt.

Die planktischen Diatomeen waren direkt unter dem Eis immer in höheren Konzentrationen als darunter vorhanden. Auf der Station 592 befanden sich direkt unter dem Eis fast eine Millionen planktische Diatomeen/l (Abb. 51 a), dies war ungefähr so viel wie die maximalen Werte auf der Station 584. Darunter fielen die Konzentrationen um zwei bis drei Zehnerpotenzen ab. Auf der Station 594/2 betrug die maximalen Dichten unter dem Eis 6400 bzw. 26000 Zellen/l. Darunter lagen die Konzentrationen im Bereich der Wassersäulenkonzentrationen von 200 Zellen/l (Abb. 51c). Die maximale Zellkonzentration betrug auf Station 594/1 nur 2800 Zellen/l (Abb. 51 b). Auf Station 592 wurden gleich unter dem Eis höhere Konzentrationen von Thalassiosiraceae Auxosporen (400/l) gefunden.

Die Konzentrationen der Eisdiatomeen lagen auf Station 592 direkt unter dem Eis bei 69000, was einem Viertel der Konzentration der planktischen Diatomeen in diesem Horizont entspricht (Abb. 51a). Die Konzentrationen fielen darunter ab auf Werte wie in der Wassersäule. Auf der Station 594/1 wurden nur im untersten Probenahmehorizont von 170 cm Tiefe Eisdiatomeen - in Konzentrationen von ca. 3400 Zellen/l - festgestellt (Abb. 51 b). Dies waren auch die maximalen Zellzahlen auf der Station 594/2; dort jedoch direkt unter dem Eis (Abb. 51 c).

Zusammenfassung **Gruppe 3**: Die Zellkonzentrationen einiger Formen in der Untereiswasserschicht auf den vor dem Drescher Inlet gelegenen Stationen unterschieden sich vor der Schmelze nur geringfügig von den Beständen in der Wassersäule, nach der Schmelze kamen noch einige Arten hinzu.

Auf den Stationen der **Gruppe 3** (Abb. 52) konnten nur auf den Stationen 581 und 611 direkt unter dem festen Eis wenig ausgeprägte Maxima in der Vertikalverteilung von *Myrionecta rubra* bzw. der  $\mu$ -Flagellaten erkannt werden.

Station 581 (Abb. 52 a) war im ersten Novemberdrittel vor Beginn der Meereisschmelze durchgeführt worden: In der Untereissschicht waren vor der Schmelze *Phaeocystis* sp., nur zwei der mittelgroßen Flagellatenarten (*Cryptophyceae* Typ c und *Pyramimonas* sp.) und die autotrophen athekaten Dinoflagellaten höher als in der Wassersäule konzentriert. Athekate heterotrophe Dinoflagellaten und *Protoperidinium* spp. traten in niedrigeren Dichten oder gar nicht auf. Die Bestände der in diesem Gebiet häufiger als in der südlichen Polynya auftretenden Ciliatenarten *Strombidium* cf. *diversum*, *Strombidium* cf. *hadai*, *Strombidium* cf. *antarcticum* und von *Myrionecta rubra* waren in der Untereissschicht größer. Auch die Konzentrationen der planktischen Diatomeen lagen mit einigen hundert Zellen/l um das Fünf- bis mehr als das Zehnfache höher als in der Wassersäule; bei den Eisdiatomeen war kein Unterschied zu erkennen.

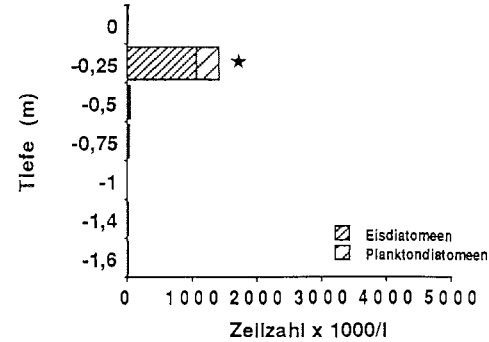
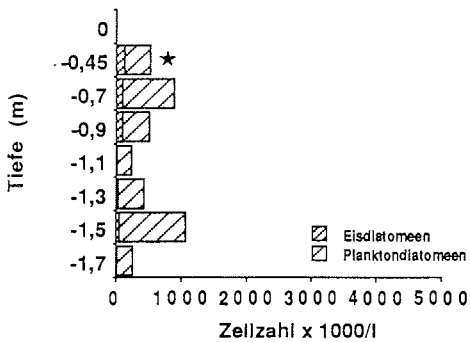
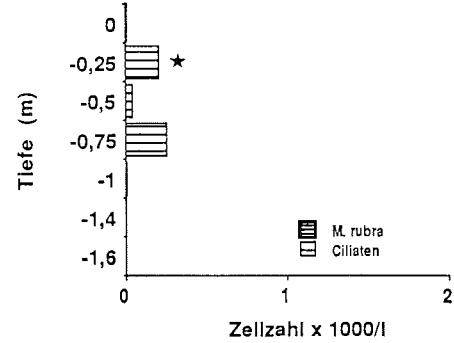
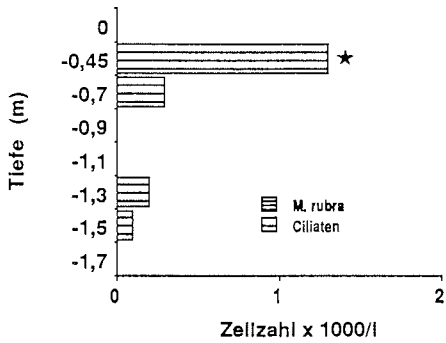
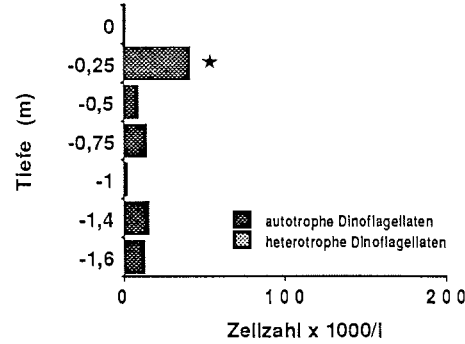
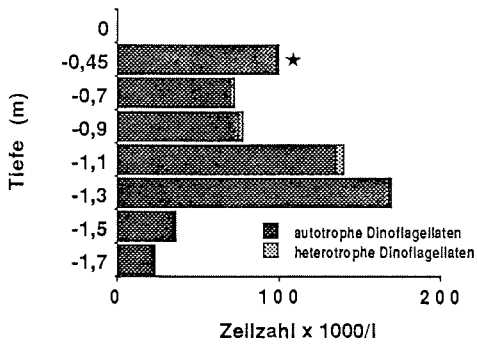
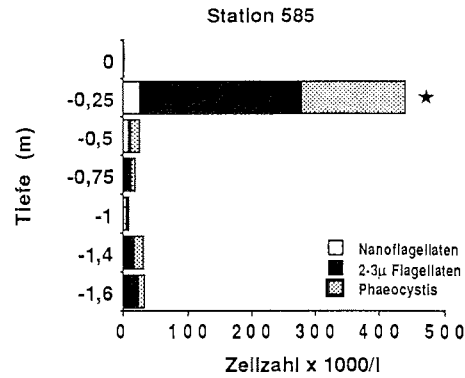
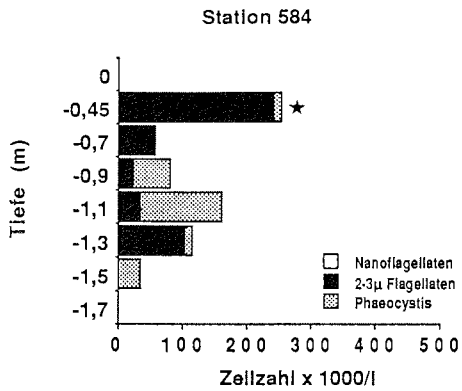


Abb. 50a: Station 584

Abb. 50b: Station 585

Abb. 50: Zellkonzentrationen der verschiedenen Planktongruppen vor Schmelzbeginn in den einzelnen Horizonten der Untereiswasserschicht im südlichen Polynyagebiet auf den Stationen der Gruppe 1  
 \* bedeutet Probennahme unmittelbar unter dem Meereis



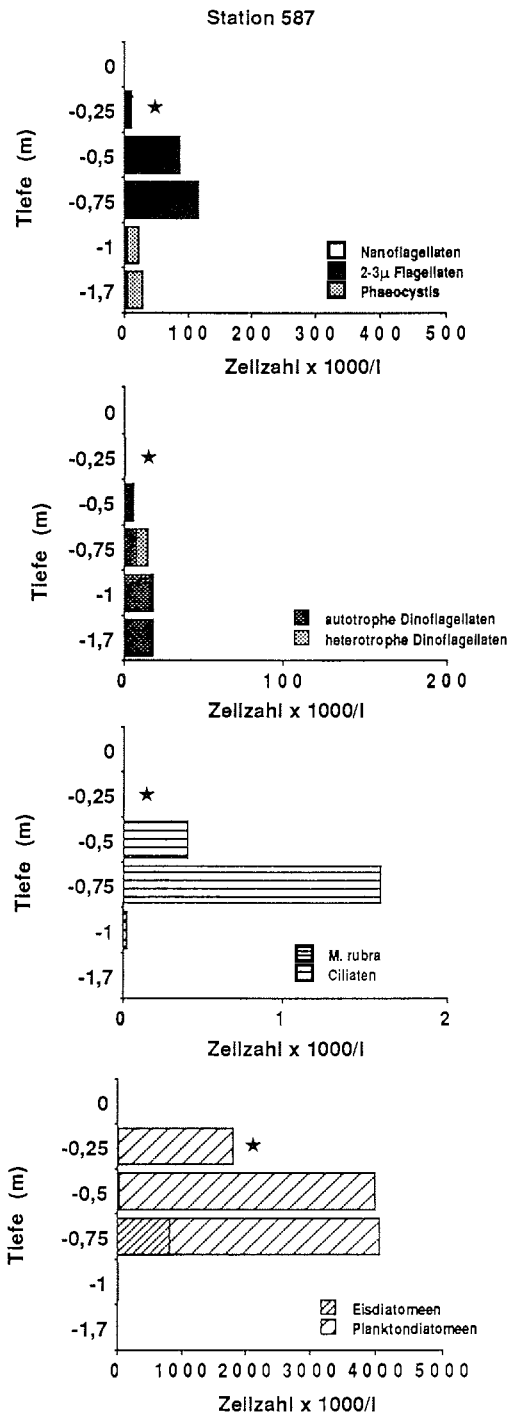


Abb. 50c: Station 587

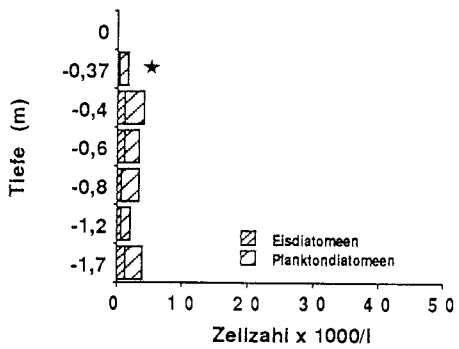
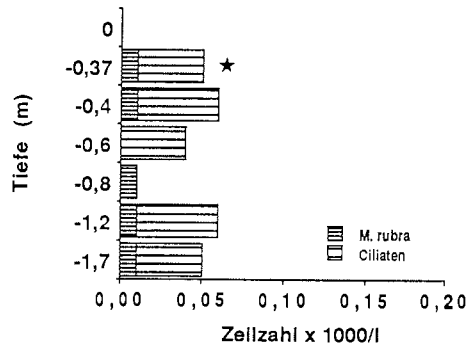
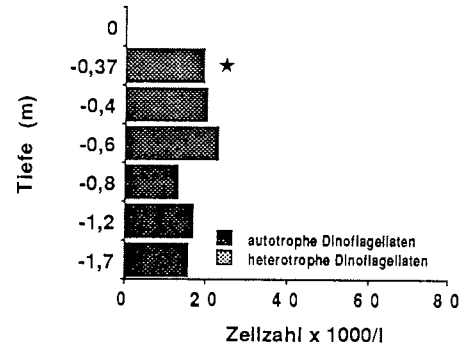
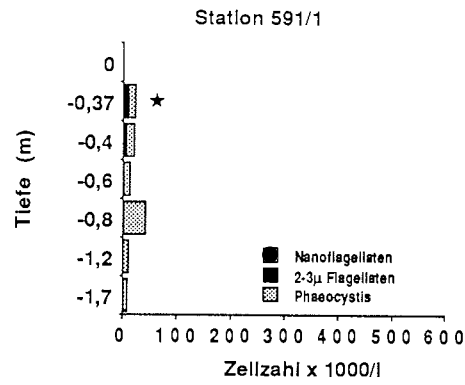


Abb. 50d: Station 591/1

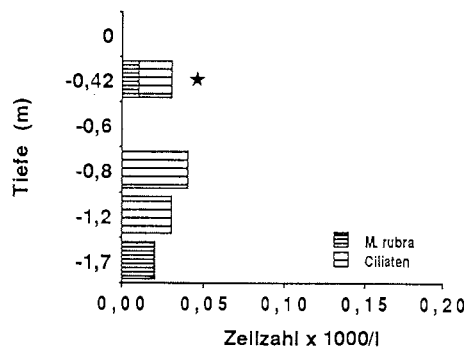
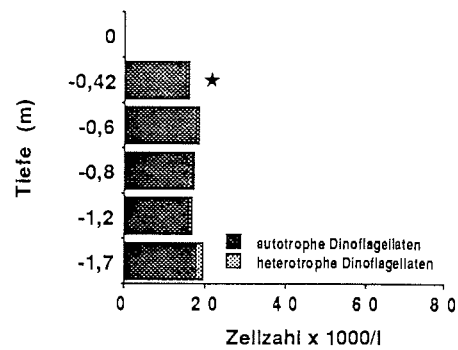
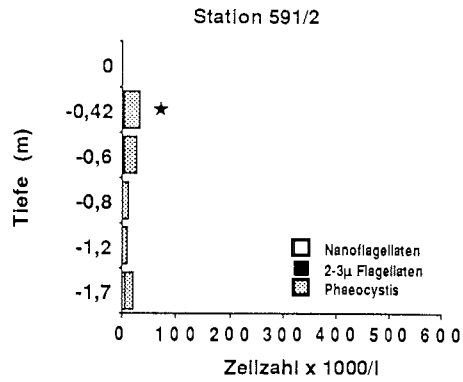


Abb. 50e: Station 591/2

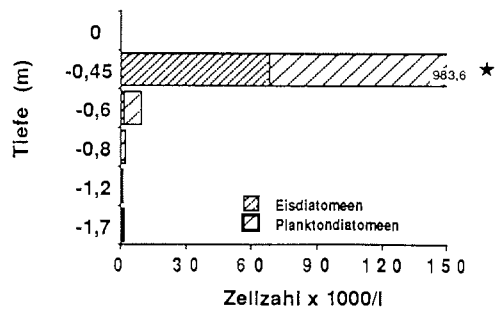
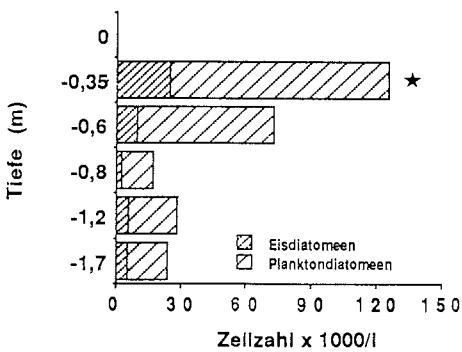
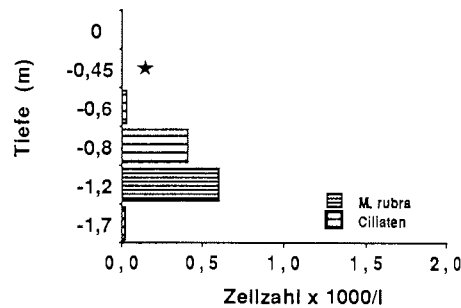
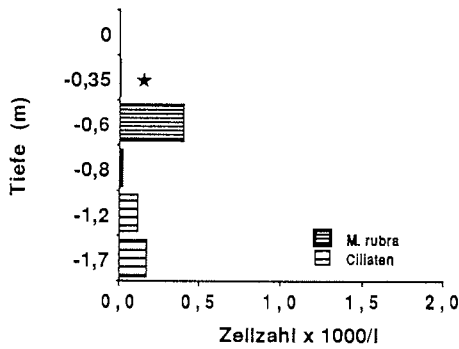
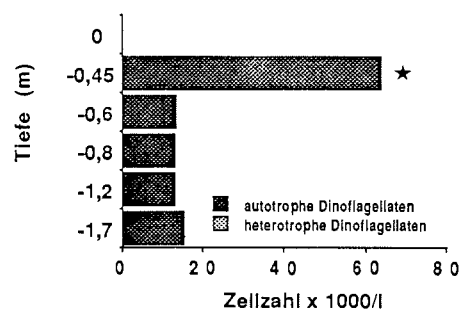
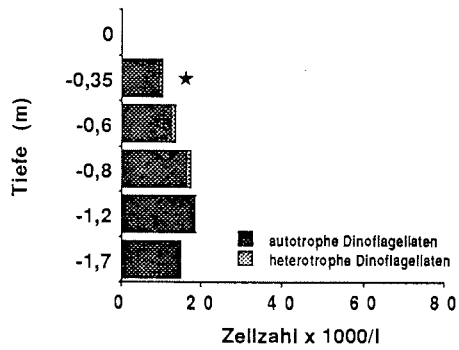
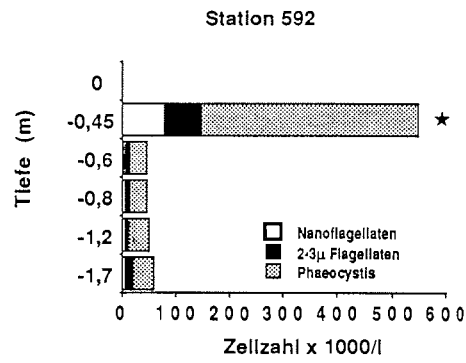
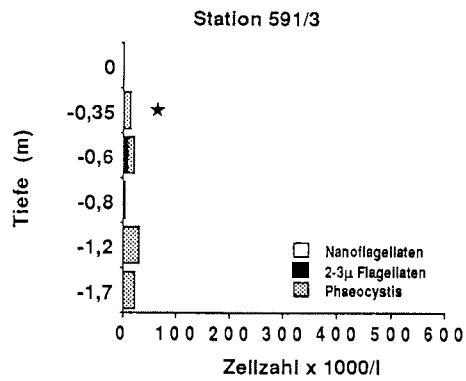


Abb. 50f: Station 591/3

Abb. 51a: Station 592

Abb. 51: Zellkonzentrationen der verschiedenen Planktongruppen vor Schmelzbeginn in den einzelnen Horizonten der Untereiswasserschicht im südlichen Polnyagebiet auf den Stationen der Gruppe 2  
\* bedeutet Probennahme unmittelbar unter dem Meeres

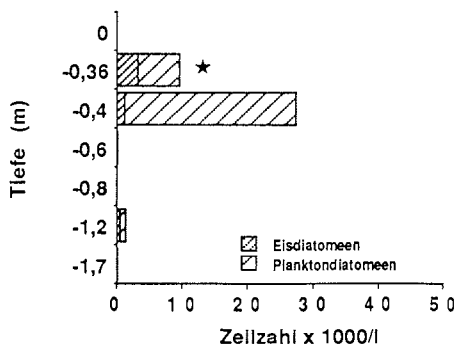
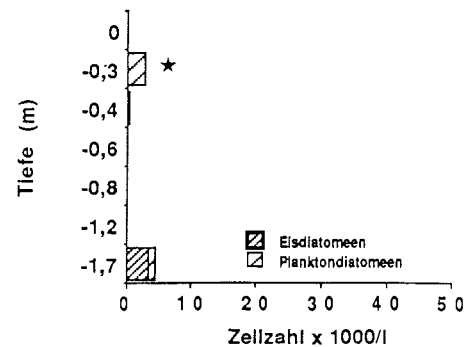
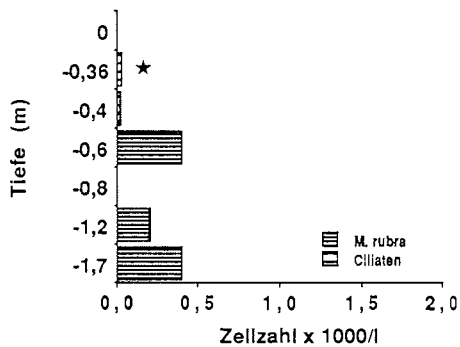
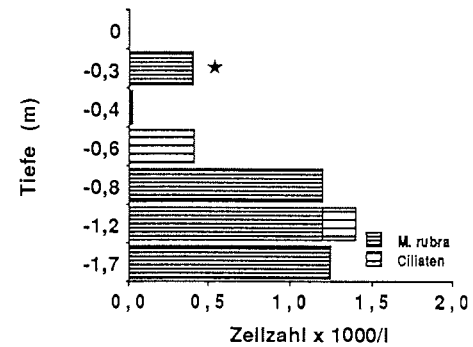
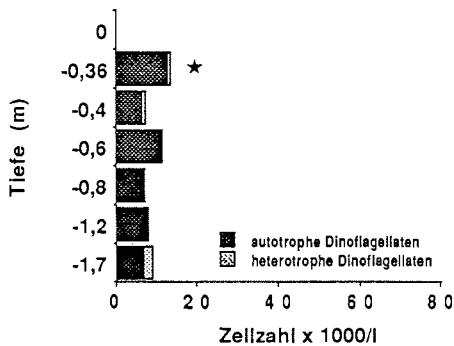
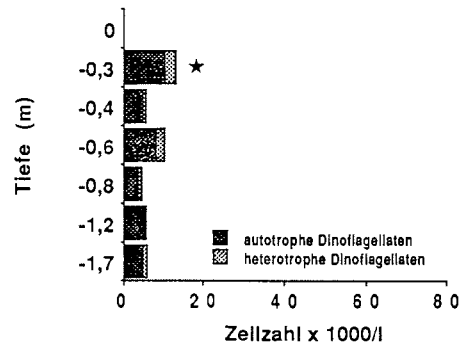
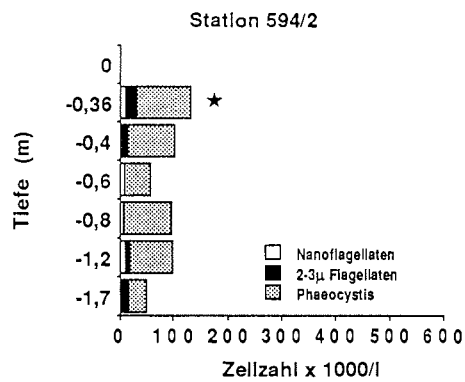
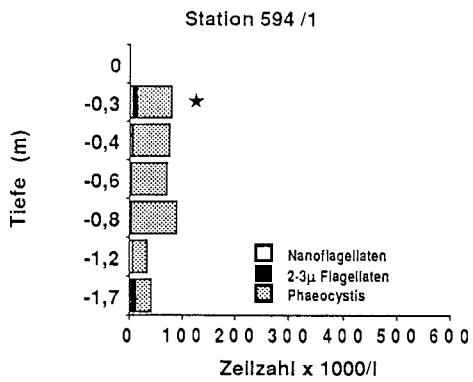


Abb. 51b: Station 594/1

Abb. 51c: Station 594/2

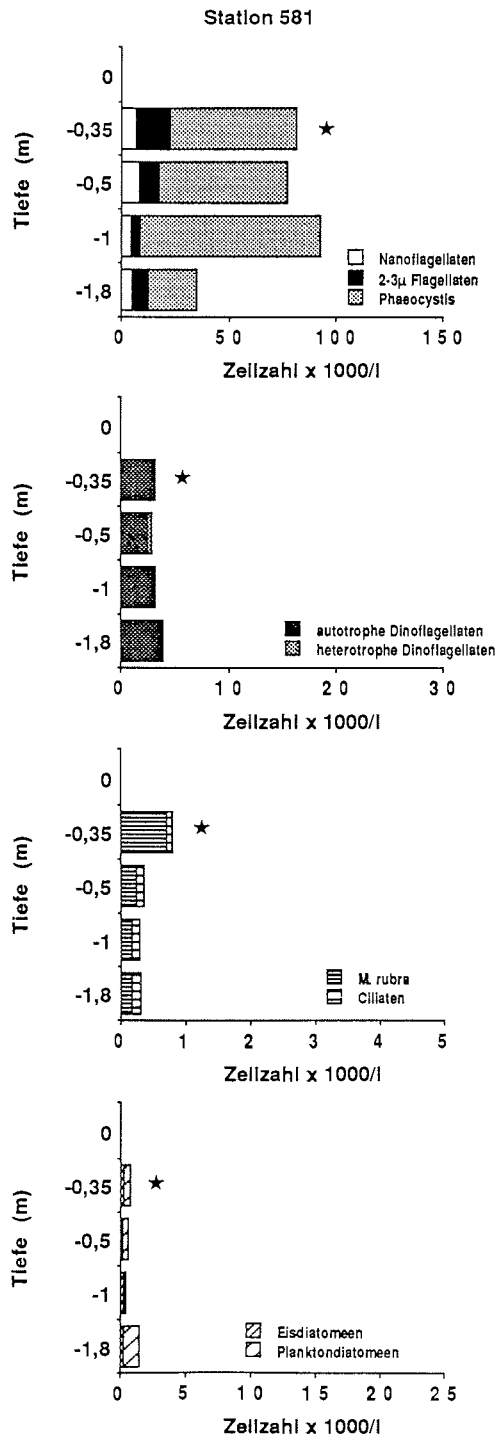


Abb. 52 a: Zellkonzentrationen der verschiedenen Planktongruppen vor Schmelzbeginn in den einzelnen Horizonten der Untereiswasserschicht im südöstlichen Polynyagebiet vor dem Drescher Inlet auf der Station 581 der Gruppe 3. \* bedeutet Probennahme unmittelbar unter dem Meereis

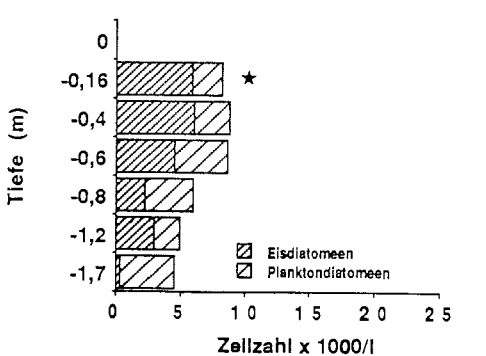
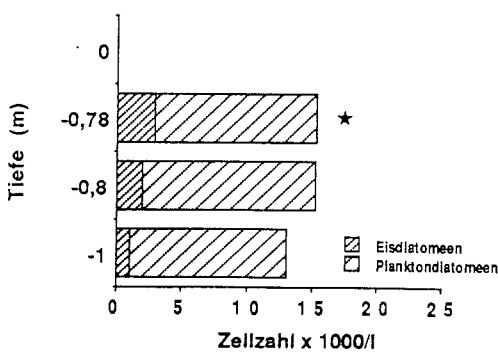
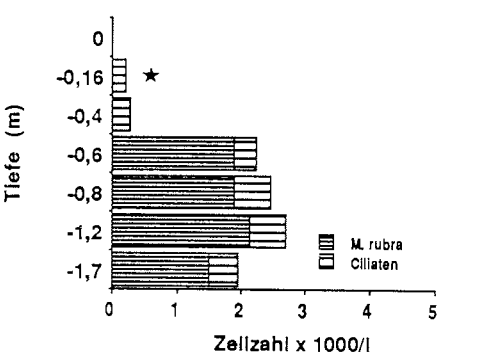
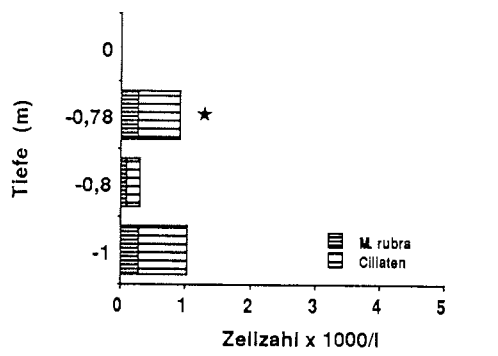
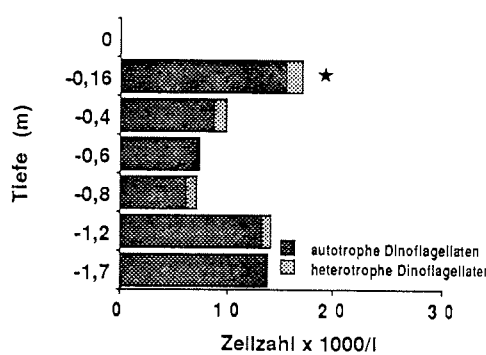
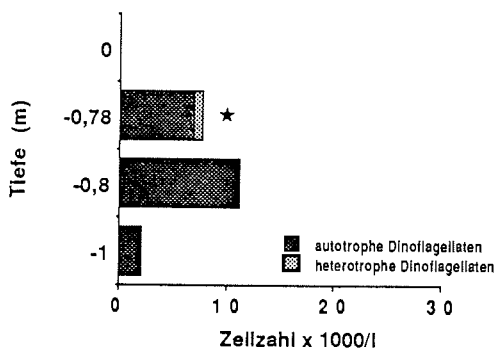
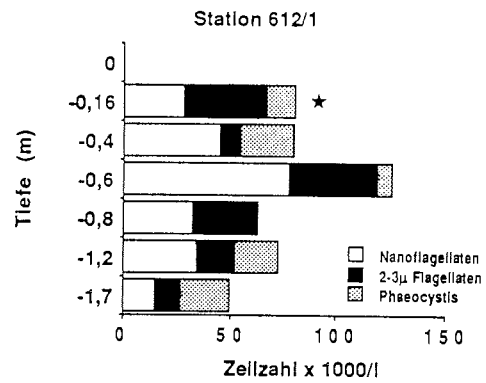
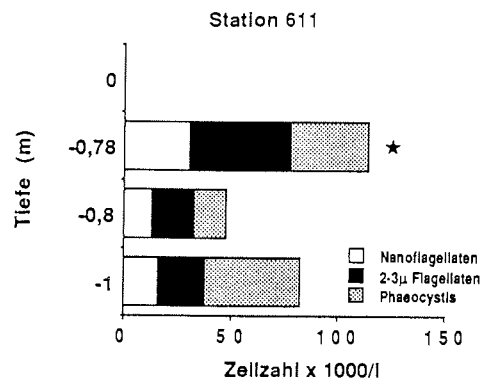


Abb. 52b: Station 611

Abb. 52c: Station 612/1

Abb. 52: Zellkonzentrationen der verschiedenen Planktongruppen nach Schmelzbeginn in den einzelnen Horizonten der Untereiswasserschicht im südöstlichen Polynyagebiet vor dem Drescher Inlet auf den restlichen Stationen der Gruppe 3. \* bedeutet Probennahme unmittelbar unter dem Meereis

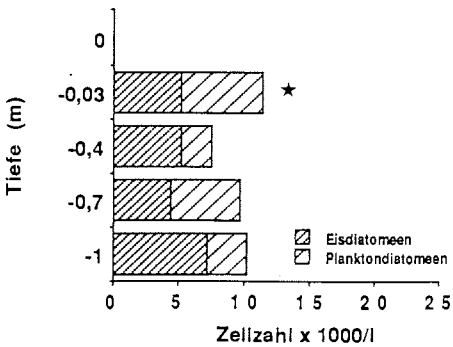
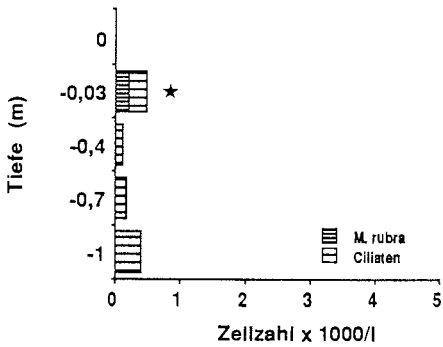
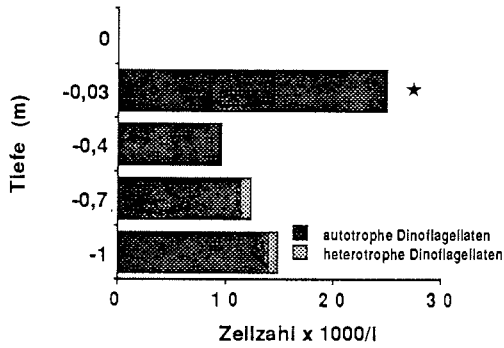
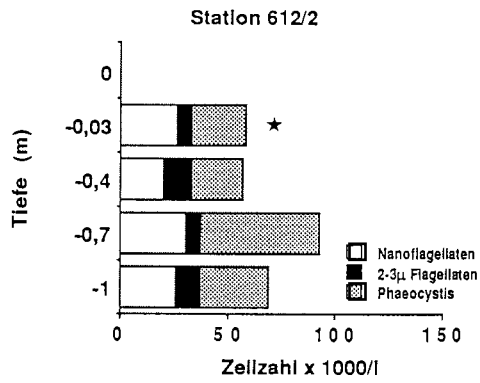


Abb. 52d: Station 612/2

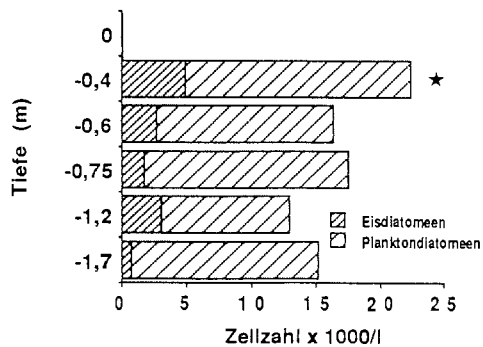
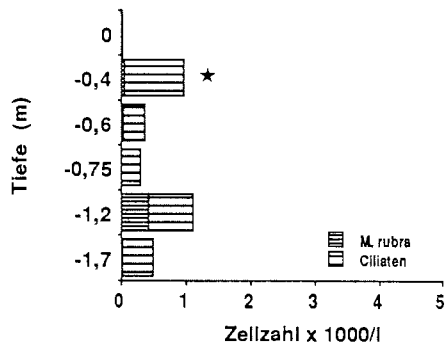
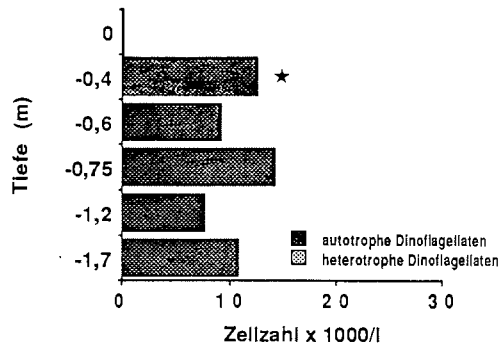
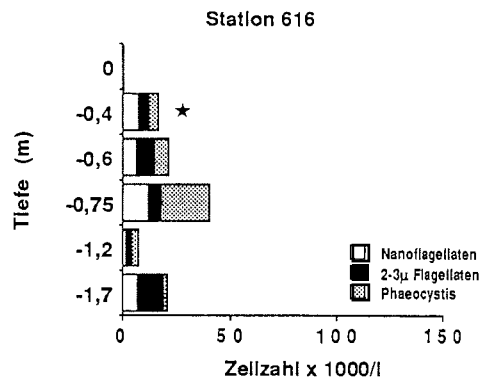


Abb. 52e: Station 616

Knapp zwei Wochen später nach Einsetzen der Schmelze hatten im gleichen Gebiet auf den Stationen 611, 612/1, 612/2 und 616 (Abb. 52 b, c, d, e) die Dichten von *Phaeocystis* sp. unter dem Eis nicht zugenommen. Die Konzentrationen der  $\mu$ -Flagellaten, von *Cryptophyceae* Typ a, von *Pyramimonas* sp., der autotrophen Dinoflagellaten, der alorikaten Ciliaten und von *Myrionecta rubra* waren in der Untereisschicht und in der freien Wassersäule angestiegen. Die relativen Unterschiede waren deshalb meist wie vor Schmelzbeginn. Die Bestände der  $\mu$ -Flagellaten und der heterotrophen athekaten Dinoflagellaten waren im Gegensatz zum Spätwinter jedoch größer als in der Wassersäule. Bei *Myrionecta rubra* bestand im Frühjahr kein deutlicher Unterschied zur Wassersäule. Die Konzentrationen der Plankton- und der Eisdiatomeen hatten unter dem Eis und in der freien Wassersäule deutlich zugenommen. Nach der Schmelze waren nicht nur die planktischen Diatomeen, sondern auch die Eisdiatomeen - beide Gruppen mit einigen tausend Zellen/l - in der Untereisschicht höher als in der Wassersäule konzentriert.

**Zusammenfassung Gruppe 4:** Die Konzentrationen der Plankter waren in der Untereisschicht im Drescher Inlet im Vergleich zur freien Wassersäule und zu den Stationen der Gruppe 3 wesentlich höher mit ausgeprägten Maxima. Diese großen Bestände, die hohen Abundanzen von *Polykrikos* und der heterotrophen Protisten mit ingestierten Zellen sowie das Fehlen der in den Gruppen 2, 3 und 5 zum Teil in hohen Dichten auftretenden Ciliatenarten ähnelten den Merkmalen der Stationen aus der Gruppe 1 und auch der Station 592 (Gruppe 2). Im Gegensatz zur Gruppe 1 waren in Gruppe 4 in der Untereiswasserschicht viele Auxosporen von Thalassiosiraceae und Zellen von *Myrionecta rubra* vorhanden, und der größere Teil der Diatomeen waren pennate und nicht zentrische Diatomeen.

Die Untereisprofile der **Gruppe 4** (Abb. 53) waren nach dem Einsetzen der Meereisschmelze gewonnen worden. In der Untereisschicht im Drescher Inlet zeigten die Verteilungen aller Gruppen und Arten deutliche Maxima. Auf den drei Stationen waren fast alle Gruppen mit Ausnahme von *Phaeocystis* sp. unter dem Eis konzentriert; auf der Station 620/2 (Abb. 53 c) konnte in 70 bis 80 cm Tiefe noch ein zweites Maximum erkannt werden. Außerhalb der Maxima lagen die Konzentrationen der Formen ungefähr so hoch wie in der Untereisschicht auf den Frühjahrsstationen vor dem Drescher Inlet aus Gruppe 3. Mit Ausnahme der Ciliaten, deren Bestände waren in diesen Horizonten meist um eine Zehnerpotenz niedriger als vor dem Inlet. Die Konzentrationen aller Formen waren in den Maxima ein bis zwei, zum Teil bis drei Zehnerpotenzen höher. Da sich die Zelldichten in der Wassersäule innerhalb dieser Zeit nicht wesentlich verändert hatten, waren die Unterschiede bzw. Gemeinsamkeiten zwischen der Besiedlung der Untereiswasserschicht in der Gruppe 4 und der freien Wassersäule (Station 621) ähnlich wie oben dargestellt zwischen den Frühjahrsstationen der Gruppe 3 und der Wassersäule auf Station 603.

*Phaeocystis* sp. trat auf allen drei Stationen unregelmäßig mit sehr unterschiedlichen Konzentrationen innerhalb der Profile auf. Ein Konzentrationsanstieg wurde nur auf der Station 620/2 innerhalb der beiden Zellmaxima beobachtet (Abb. 53 c). Beide Male stiegen die Werte um das Zehnfache an; die Dichten waren sonst ungefähr so hoch wie bei Gruppe 3. Die  $\mu$ -Flagellaten, der *Cryptophyceae* Typ a und *Pyramimonas* sp. waren auf den Stationen 619 und 620/1 gleich unter dem Eis deutlich höher konzentriert, auf der Station 620/2 befanden sich die Peaks unter dem Eis oder in der zweiten Tiefe von 70 bis 80 cm (Abb. 53). *Cryptophyceae* Typ b und Typ c traten in der Gruppe 4 gar nicht auf. Chrysophyceencysten wurden nur auf der Station 620/2 angetroffen, wo sie direkt unter dem Eis mit 20000 Zellen/l in relativ hohen Dichten vorkamen.

In der Gruppe 4 war der Anteil der Dinoflagellaten unter 10  $\mu$ m etwas größer als in den Gruppen 1, 2 und 3. Die Zelldichten der autotrophen Dinoflagellaten waren in den Maxima, die immer unmittelbar unter dem Eis lagen, ungefähr zehn- bis fünfzigmal höher als die Dichten im unteren Bereich der Untereisschicht. Die Gattung *Protoperidinium* war nicht in der Untereisschicht vertreten. Athe-kate heterotrophe Dinoflagellaten größer 25  $\mu$ m (*Polykrikos* Typ a ausgenommen, s.u.) wurden auf den Stationen 619 und 620/1 nur vereinzelt angetroffen. Auf Station 620/1 waren kleine heterotrophe nackte Dinoflagellaten im Gegensatz zu den beiden anderen Stationen der Gruppe 4 in allen Tiefen zu finden (Abb. 53 b). Diese Größenfraktion wurde im Drescher Inlet, im Gegensatz zur freien Wassersäule in der Polynya und den Untereiswasserschichten aller anderen Gruppen stark von einer Form von ca. 20  $\mu$ m Durchmesser (Typ c) dominiert. Die Konzentrationen, die auf den drei Stationen bei 500 bis



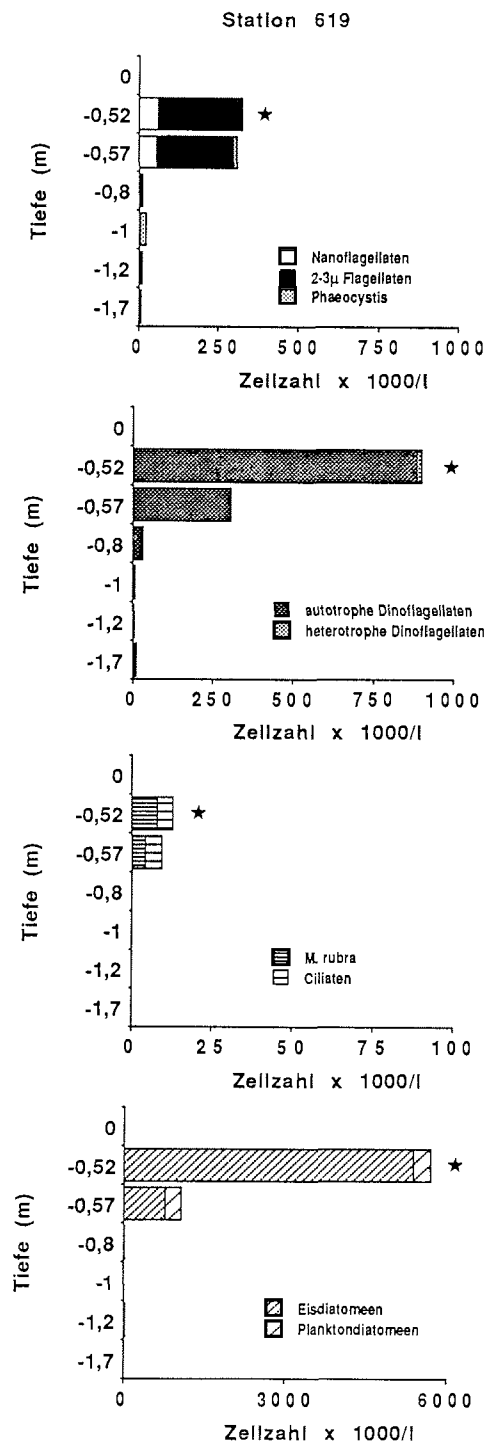


Abb. 53a: Station 619

Abb. 53: Zellkonzentrationen der verschiedenen Planktongruppen nach Schmelzbeginn in den einzelnen Horizonten der Untereiswasserschicht im südöstlichen Polynyagebiet im Drescher Inlet auf den Stationen der Gruppe 4. \* bedeutet Probennahme unmittelbar unter dem Meereis

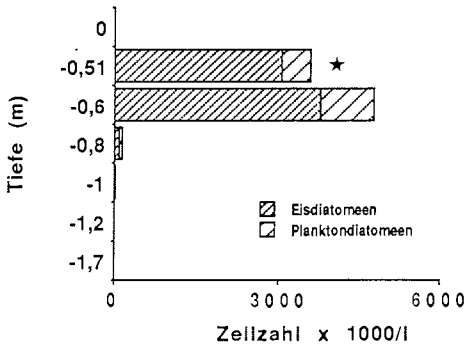
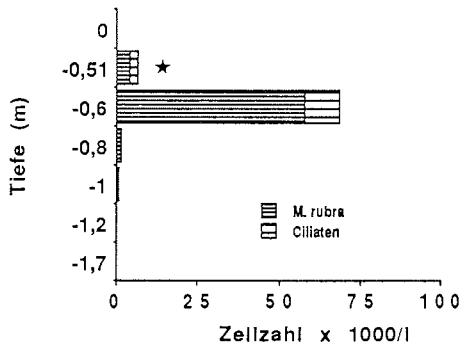
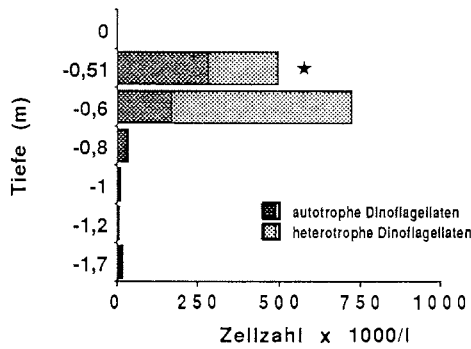
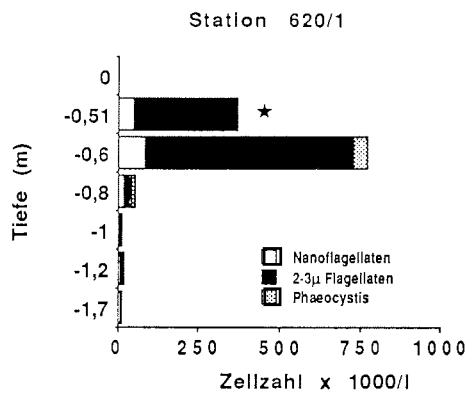


Abb. 53b: Station 620/1

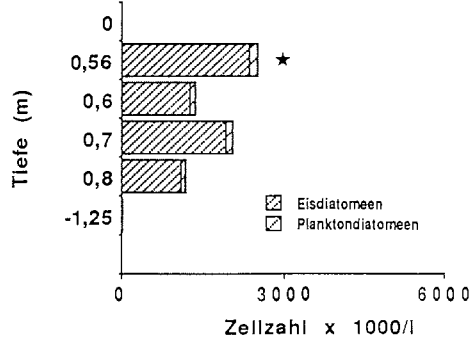
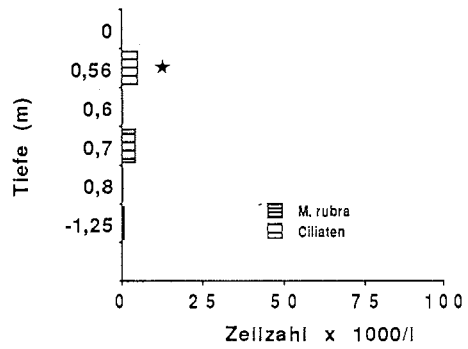
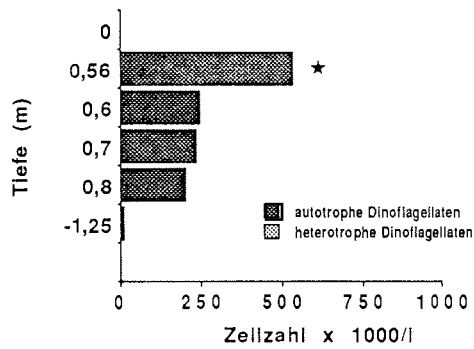
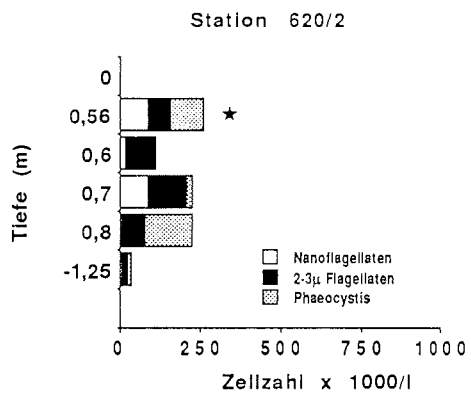


Abb. 53c: Station 620/2

1000 Zellen/l lagen, stiegen auf Station 620/1 unter dem Festeis auf 550000, bzw. 214000 Zellen/l an. *Polykrikos* Typ a war im Drescher Inlet in den Zellmaxima in ähnlich hohen Konzentrationen wie in der südlichen Polynya (Gruppe 1) anzutreffen.

Die Ciliaten waren auf allen Stationen in den Zellmaxima konzentriert. Die Dichten lagen dort bei 5000 bis 10000 Zellen und fielen darunter um das Zehn- bis Hundertfache ab (Abb. 53 a, b, c). Im Drescher Inlet wurden die Arten *Strombidium cf. hadai* und *Strombidium cf. diversum* äußerst selten gefunden, *Strombidium cf. antarcticum* trat gar nicht auf. Die dort vorhandenen Arten waren hauptsächlich kleine *Strombidium* Species von etwa 20 µm, außerdem *Strombidium cf. conicum*, *Lacrymaria* sp. und andere Arten aus der Gattung *Strombidium*. Holotriche Ciliaten waren in wenigen Horizonten in Konzentrationen von einigen hundert Zellen/l vorhanden. Tintinnen wurden auch im Drescher Inlet nur sehr selten gefunden. *Myrionecta rubra* wurde nur in einigen Tiefen in sehr unterschiedlichen Konzentrationen festgestellt (Abb. 53 a, b, c).

Die Zelldichten der Planktonalgen waren in den Maxima ungefähr zehn bis über hundert Mal so hoch wie darunter (Abb. 53 a, b, c). Im Gegensatz zu allen anderen Untereisstationen wurden im Drescher Inlet deutlich höhere Anzahlen von Thalassiosiraceae Auxosporen (bis zu 11000 und 34000 Zellen/l) festgestellt.

Die Eisdiatomeen waren wie die planktischen Diatomeen in den Maxima deutlich höher konzentriert (Abb. 53 a, b, c). *Nitzschia kerguelensis* wurde in der Untereiswasserschicht im Drescher Inlet sehr selten nur als leere Zellen gefunden. Im Vergleich zu den Untereisstationen der Gruppen 1 und 2 und den Stationen 581, 611 und 616 aus der Gruppe 3 lagen die Konzentrationen der Eisdiatomeen in Relation zu den planktischen Diatomeen im Drescher Inlet etwa um das Zehnfache höher. In der Untereiswasserschicht der anderen Stationen waren die Verhältnisse umgekehrt, es waren relativ mehr Planktondiatomeen vorhanden.

In der Gruppe 4 waren ähnlich wie auf den südlichen Untereisstationen (Gruppe 1) in einigen Tiefen die Konzentrationen der Zellen mit ingestierten pennaten Diatomeen sehr hoch. Hierbei handelte es sich - soweit erkennbar - hauptsächlich um Ciliaten des Typs *Strombidium cf. conicum*, um *Gyrodinium* spp. und zu einem geringen Teil um *Polykrikos* Typ a. Diese Räuber konzentrierten sich auf allen Stationen im oberen Bereich der Untereissschicht, die maximalen Dichten lagen auf den jeweiligen Stationen bei 6800, 1400 und 800 Zellen/l.

**Zusammenfassung Gruppe 5:** In den Untereisprofilen der **Gruppe 5**, die eine Woche später als die Profile der Gruppe 3 gewonnen worden waren, konnten ähnlich wie auf den Frühjahrsstationen der Gruppe 3 wechselnde relativ gering ausgeprägte Maxima innerhalb der Untereiswasserschicht sowie Konzentrationsunterschiede zur freien Wassersäule nur bei einigen Formen erkannt werden. Zum Packeisgebiet hin nahmen die Zellzahlen der kleinen Eisdiatomeen unter dem Eis deutlich zu.

Die erste Station (633) aus der **Gruppe 5** (Abb. 54) lag am äußeren Rand des Schelfes, also noch im Gebiet des Küstenstroms. Die Zellkonzentrationen in der Untereissschicht unterschieden sich bis auf einige Ausnahmen auf Station 633 nicht wesentlich von den Dichten im oberen Bereich der Wassersäule, in der mehr Mikroplankter in den oberen 40 bzw. 100 m vorhanden waren. Die Konzentrationen einiger Arten schwankten in den unterschiedlichen Horizonten sehr, erhöhte Dichten direkt unter dem Eis wurden nur bei *Myrionecta rubra* (kleine Form) und *Nitzschia subcurvata* festgestellt (Abb. 54 a).

Die Bestände von *Pyramimonas* sp. waren unter dem Eis zwei bis drei Mal so hoch wie in der Wassersäule. Die in der Untereissschicht vorhandenen Formen *Phaeocystis* sp. (große Flagellatenform), der *Cryptophyceae* Typ c, heterotrophe Dinoflagellaten kleiner 25 µm, *Chaetoceros* Typ a, *Nitzschia cylindrus* (kleine Form), *Nitzschia subcurvata* und *Nitzschia turgiduloides*, - *lineola* traten in der oberen Wassersäule der Station 633 nicht bzw. nur ganz vereinzelt auf. Umgekehrt waren die große Form von *Myrionecta rubra* und *Nitzschia kerguelensis* in der Wassersäule, und nicht in der Untereissschicht zu finden (Abb. 54 a).

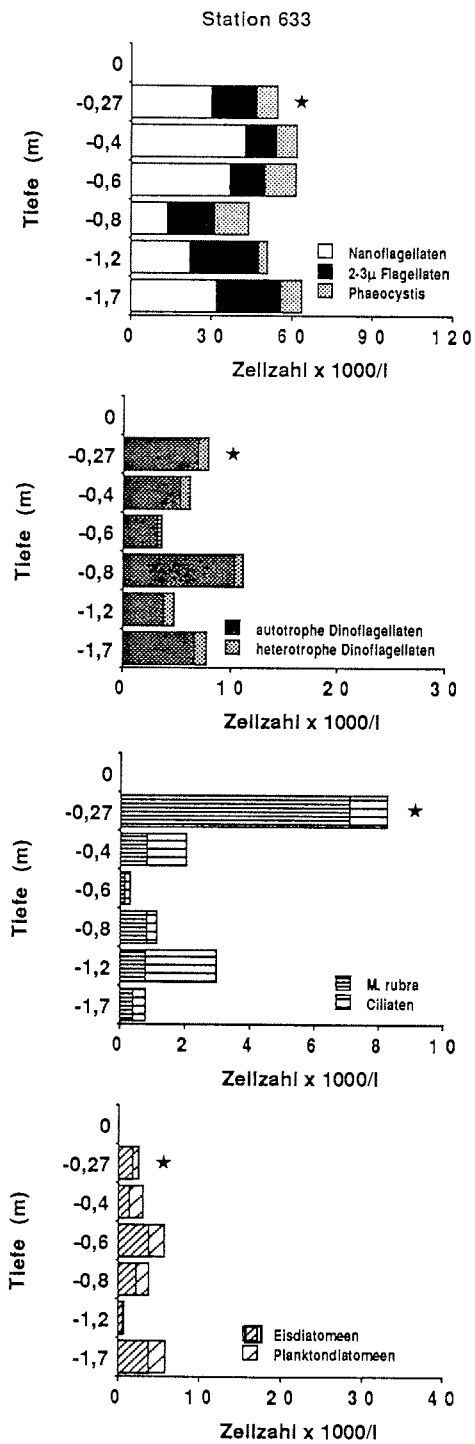


Abb. 54 a: Zellkonzentrationen der verschiedenen Planktongruppen nach Schmelzbeginn in den einzelnen Horizonten der Untereiswasserschicht im nordöstlichen Polynyagebiet auf der Station 633 der Gruppe 5. \* bedeutet Probennahme unmittelbar unter dem Meereis

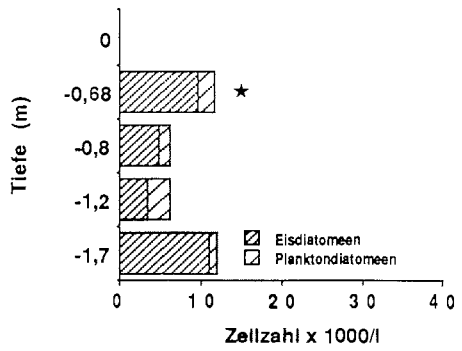
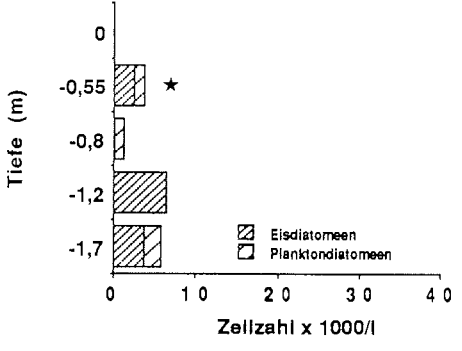
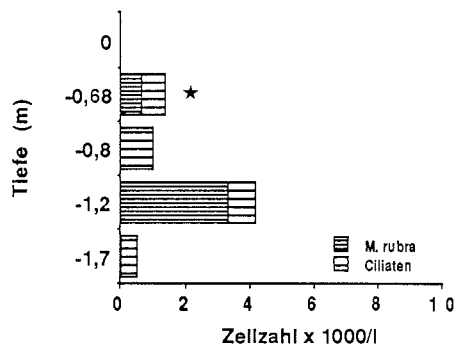
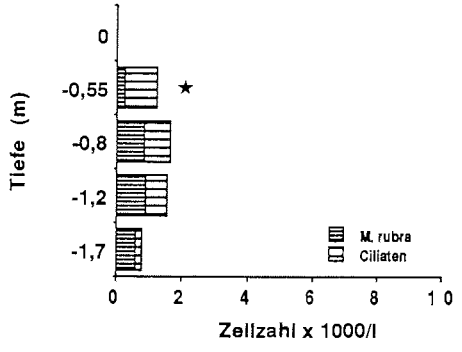
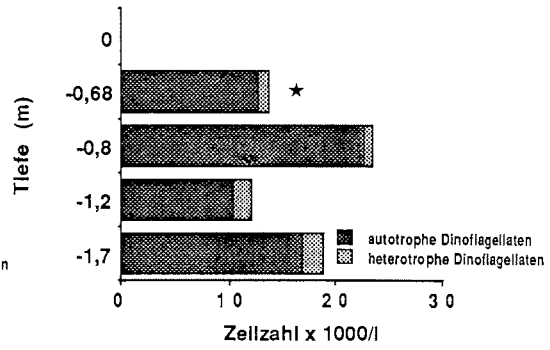
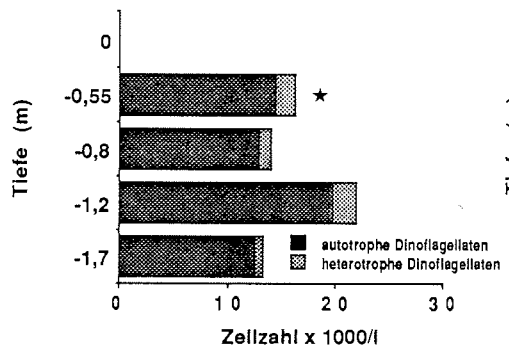
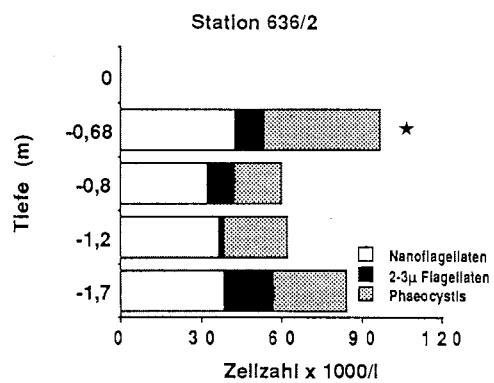
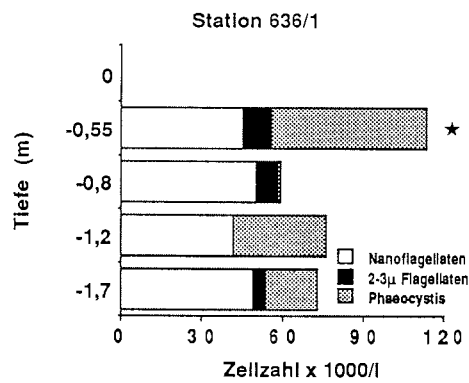


Abb. 54b: Station 636/1

Abb. 54c: Station 636/2

Abb. 54: Zellkonzentrationen der verschiedenen Planktongruppen nach Schmelzbeginn in den einzelnen Horizonten der Untereiswasserschicht im südöstlichen Weddellwirbelgebiet auf den restlichen Stationen der Gruppe 5. \* bedeutet Probenahme unmittelbar unter dem Meereis

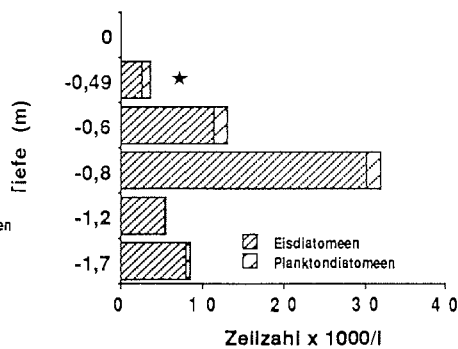
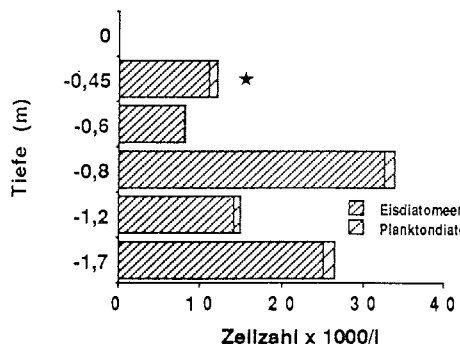
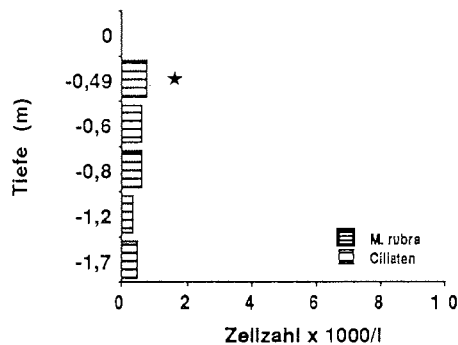
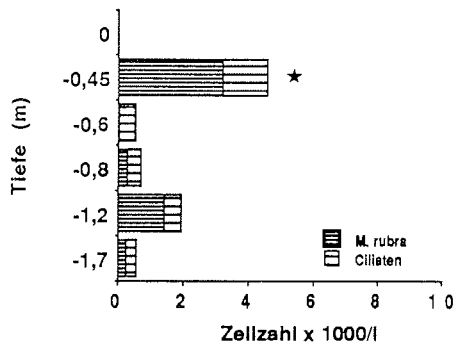
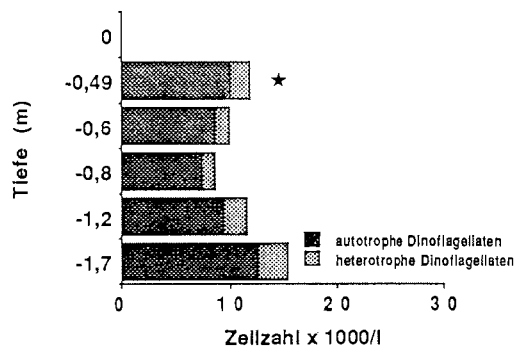
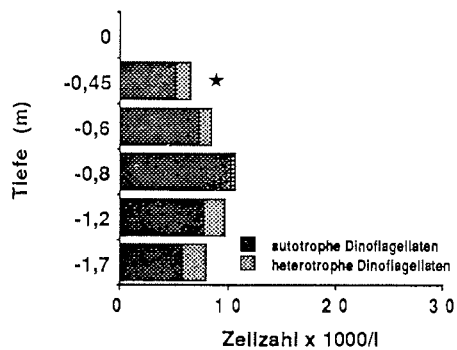
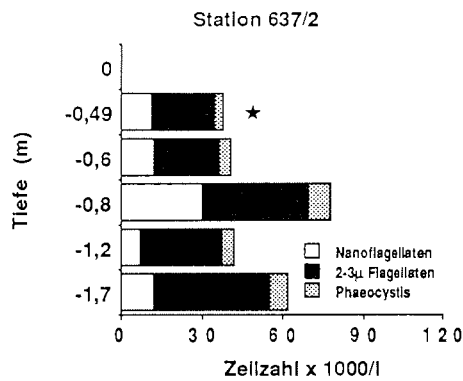
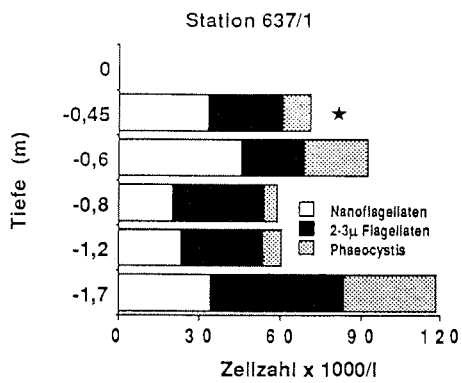


Abb. 54d: Station 637/1

Abb. 54e: Station 637/2

Die Gruppe der Ciliaten setzte sich in der Untereisschicht wie auf den Stationen der Gruppe 3 fast ausschließlich aus den Formen *Strombidium cf. diversum*, *Strombidium cf. hadai* und *Strombidium cf. antarcticum* zusammen. Im oberen Bereich der Wassersäule war die Ciliatenpopulation ähnlich zusammengesetzt, bis auf *Strombidium cf. antarcticum*, die dort sehr selten vorkam. Die Dichten der Ciliaten waren unter dem Eis und in den oberen Metern der Wassersäule ungefähr gleich hoch (Abb. 54 a).

Die Konzentrationen der planktischen Diatomeen waren niedriger als in Gruppe 3 und so wie in der Wassersäule; die Dichten der Eisdiatomeen waren etwa eineinhalb Mal so hoch wie die Konzentrationen in der Wassersäule (Abb. 54 a).

Die anderen Stationen der Gruppe 5 lagen im ozeanischen Bereich: Auf der Station 636 (Abb. 54 b, c) waren *Phaeocystis*-Schwärmerzellen, der *Cryptophyceae* Typ a, die autotrophen und heterotrophen Dinoflagellaten in zwei bis vier Mal so hohen Dichten wie in der Untereisschicht der küstennahen Station 633 vorhanden. Die Zelldichten fast aller anderen Gruppen waren ungefähr gleich wie auf der Station 633.

Im Vergleich zur oberen Wassersäule waren *Phaeocystis* Schwärmerzellen, 2 bis 3 µm große Flagellaten und heterotrophe nackte Dinoflagellaten unter dem Eis in ungefähr zwei- bis fünffachen bzw. noch höheren Konzentrationen vorhanden.

Die Bestände der planktischen Diatomeen waren ca. dreimal so groß; die Konzentrationen der Eisdiatomeen waren auf 636/1 gleich und auf 636/2 ungefähr doppelt so hoch wie in der Wassersäule (Abb. 54 b, c). Letzteres war hauptsächlich auf die deutlich höheren Dichten von *Nitzschia cylindrus* (kleine Form) zurückzuführen. *Nitzschia subcurvata* war im Gegensatz zu Station 633 auf dieser Station nicht vorhanden. Alle anderen Formen wurden in ähnlichen Dichten wie im freien Wasser gefunden.

Im Gegensatz zu Station 633 und zur freien Wassersäule waren auf den Stationen 636 und 637 Chrysophyceencysten vorhanden. Die Konzentrationen der *Phaeocystis* Flagellaten waren auf der Station 637 (Abb. 54 d, e) niedriger als auf 636, d.h. so hoch wie auf Station 633. Die Dichten der µ-Flagellaten lagen auf der Station 637 ungefähr doppelt so hoch wie auf den beiden anderen Stationen dieser Gruppe. Alle anderen Formen waren auf dieser Station in der Untereiswasserschicht in ähnlichen Dichten wie auf der Station 636 vorhanden, mit Ausnahme der Eisdiatomeen. Deren Konzentrationen waren zwei- bis vierfach gegenüber Station 636 erhöht. Dies beruhte wieder auf der weiteren Zunahme der kleinen Form von *Nitzschia cylindrus*. Zugenommen hatten im Vergleich zu den Stationen 636 und 633 außerdem *Nitzschia turgiduloides*, - *lineola*.

In der Wassersäule betrug die Konzentration der µ-Flagellaten nur ein Fünftel der Untereiskonzentrationen von 637. Die Dichten der heterotrophen Dinoflagellaten waren ähnlich wie auf den beiden anderen Stationen in der Untereisschicht etwa zehn Mal so hoch wie in der oberen Wassersäule. Auch die Konzentrationen der Eisalgen waren mehrfach höher als in der Wassersäule. Bei den anderen Planktongruppen konnten Unterschiede zu den Konzentrationen in der Wassersäule nicht erkannt werden (Abb. 54 d, e).

### 3.3.3.2 Das mikroskopische Erscheinungsbild und weitere Beobachtungen an den Planktonproben

Die Muster der Artenzusammensetzung in der Untereiswasserschicht waren wie zu Beginn des Kapitels erwähnt, ähnlich wie in der Wassersäule. In der folgenden Tabelle (18) wird eine Übersicht gegeben über festgestellte Besonderheiten der Artenzusammensetzung im Vergleich zur freien Wassersäule in den einzelnen Gruppen. In diese Übersicht werden auch die gewonnenen Eis-Wasser-Gemisch Proben miteinbezogen. Auffällig war, daß einige Formen in diesen mit Eis vermischten Proben wesentlich häufiger als in der Untereiswasserschicht waren.

Die Untereiswasserschicht aller Gebiete enthielt weder volle noch leere Zellen von *Asteromphalus hyalinus*, keine "olive green cells" und keine *Challengeron* spp. *Asteromphalus hookeri* und *Actinocyclus actinochilus* wurden noch vereinzelt als in der freien Wassersäule, jedoch regelmäßig angetroffen.

**Tabella 18:** Besonderheiten der Artenzusammensetzung in der Untereiswasserschicht in den einzelnen Gruppen. In dieser Übersicht sind auch die Eis-Wasser-Gemisch-Oberflächenproben mitberücksichtigt.

( ) : leere Zellen

i: sehr selten (< 1 Zelle/l), I: vereinzelt (>1 Zelle/l), x: +/- 50 Zellen/l, xx: > 50 bis n 100 Zellen/l, xxx: > 1.000 Zellen/l, x.xxx: > 10.000 Zellen/l, xx.xxx: > 100.000 Zellen/l, xxx.xxx: > 1.000.000 Zellen/l

== : im Eis - Wassergemisch, \_\_\_ : im Schnee, nicht unterstrichen: in der Untereiswasserschicht

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Gruppe 5
			Winter	Frühjahr		Polynya	Wirbel
<b>Diatomeen</b>							
Eucampia balaustium, veg. Ketten mit Dauersporen	x		i	i	I	i	i
Eucampia balaustium, zarte Form						I	I
Odontella weissflogii	x						
Odontella weissflogii, Dauerspore	x						
Odontella weissflogii, zarte Form						i	I
Corethron criophilum, oft in Teilung	I	I	i	I	I	i	i
Corethron criophilum Castracane, oft in Teilung	I	I	i	I	I	I	I
Corethron criophilum, klein, zarte Form	i	i	i	I	I	x	x
Thalassiosira antarctica, Dauerspore	( )	( )					
Thalassiosira kozlovii	I xxx						
Thalassiosiraceae Dauerspore	i (i)		i	i	i		
Thalassiosiraceae Auxospore	I xxx	i			xxx		
Nitzschia cylindrus, kleine Form	xx	xx	i	xxx x.xxx	x.xxx	xxx xxx	x.xxx
Nitzschia cylindrus, lange Form	xx		I	x		xxx.xxx	xxx.xxx
<b>Dinoflagellaten</b>							
Dinoflagellat Typ c, athekat, heterotroph ø 20 µm					x.xxx		
Polykrikos Typ a	xx x.xxx	I	I	xx	xxx	x	
<b>Ciliaten</b>							
Myrionecta rubra, kleine Form	i	xx	xx	xx	xxx	xxx	
Myrionecta rubra, große Form	i	x	xx	xx	I	I	
Strombidium cf. antarcticum, kleine Form		i	I	x	i	x	xx
Strombidium cf. antarcticum, große Form							
Strombidium cf. diversum, kleine Form	i		x	xx	i	xxx	xx
Strombidium cf. diversum, große Form							
Strombidium cf. hadai	i	I	x	xx	i	xx	xx
Strombidium spp.	x	x	I	I	xxx	I	x
Tontonia spp.	i	i	I	I	I	i	x
Lohmanniella spp.	i	I	i	i	I	i	x
<b>kleine Flagellaten</b>							
Phaeocystis sp., Flagellat mittel u. groß + fädige Strukt.	x	xxx					
Phaeocystis sp., Flagellat mittel u. groß + Schleimscheiben	x	xxx					
Phaeocystis sp., Kolonien						x.xxx	x.xxx
Phaeocystis sp., Kolonieteile	I			I		x.xxx I	x.xxx I
Phaeocystis sp., zarte fünfstrahlige Strukturen			I	xx		xx	xx
cf. Pseudobodo sp.			x			xxx	xx
Choanoflagellat	x xxx.xxx				x	x	
<b>andere Protisten</b>							
Amöbe, Typ a	I						xx
<b>Kotballen</b>							
kleine Kotballen, Inhalt intakte leere Thalassiosiraceae	I		I			I	I
kleine Kotballen, Inhalt intakte leere Thal.+ amorphe Subst	I		I			I	I
kleine Kotballen, Inhalt intakte leere Thal. + Pennate							i
<b>Sonstige Objekte</b>							
Dinoflagellaten und Ciliaten mit ingestierten Pennaten	xx		i	xx	xxx	I	
Dinoflagellaten und Ciliaten mit ingestierten Penn. + Thal.	I				I		



Dauersporen wurden von den gleichen Arten wie in der freien Wassersäule (*Stellarima microtrias*, *Eucampia balustium*, *Odontella weissflogii*) in ähnlichen relativen Anteilen festgestellt. Von *Thalassiosira antarctica* wurden nur leere Schalen von Dauersporen auf den Stationen der **Gruppen 1 und 2** gefunden. Zellen, die aussahen wie Dauersporen von anderen größeren Thalassiosiraceae, traten ganz vereinzelt auf den Stationen 591, 612 und 619 auf.

Auffällig waren relativ große Anzahlen von geschädigten *Phaeocystis* Flagellaten auf den Stationen 585 und 587 aus der **Gruppe 1**. Auf keiner Station wurden außergewöhnlich viele leere Diatomeenschalen in der Untereisschicht gefunden, die Anteile waren ähnlich wie in der darunterliegenden Wassersäule. In allen Gruppen wurden auf einigen Stationen einzelne leere Zellhälften oder Stacheln von *Chaetoceros criophilum* festgestellt. Auf der Station 584 wurden einzelne leere Zellen von *Rhizosolenia chunii* gefunden, auf der Station 611 einige angelöste Schalen von *Thalassiosira lentiginosa*. Auf den Stationen der **Gruppe 1** waren die Schalen der Zellen von *Rhizosolenia alata* und *Chaetoceros bulbosum f. cruciata* im Gegensatz zu allen anderen dort vorkommenden Diatomeenarten "ledrig" und wirkten schlaff. Das gleiche traf auf den im Weddellwirbel gelegenen Stationen der **Gruppe 5** für die Zellen von *Rhizosolenia chunii* und *Chaetoceros skeleton* zu. Einige Zellen dieser Arten waren lädiert. Auf allen Stationen der **Gruppe 5** wurden zarte Formen von *Odontella weissflogii* und *Eucampia balustium* festgestellt.

In der Untereiswasserschicht in allen Gebieten wurden nie Reste von Euphausiaceen-Kotschnüren oder Cnidocysten gefunden. Die Proben wirkten im mikroskopischen Erscheinungsbild ähnlich partikelreich oder -arm wie die Proben aus der Wassersäule. Die Partikelgehalte waren unterschiedlich jedoch ohne ein erkennbares räumliches Muster. Auf den Stationen der **Gruppe 1** waren in den Proben einige schleimig erscheinende Flocken vorhanden, etwas mehr wurden in den Proben von **Gruppe 5** beobachtet. Im Vergleich dazu war der Gehalt auf den Stationen der **Gruppe 4** sehr hoch. Dort waren besonders in den Proben aus den oberen Horizonten sehr viele dieser Flocken vorhanden.

#### 3.3.3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse zur qualitativen und quantitativen Zusammensetzung des Protistenplanktons in der Untereiswasserschicht

In der Besiedlung der Untereiswasserschicht der verschiedenen Gebiete konnten bestimmte räumliche und zeitliche Muster erkannt werden. Die qualitativen Artenzusammensetzungen unterschieden sich in der nördlichen und südlichen Polynya (nördlich und südlich von 73° 30' S) sowie dem Drescher Inlet bezüglich einiger Ciliatenarten. Diese Arten traten nur in der nördlichen und südöstlichen Polynya und im östlichen Weddellwirbel sowohl in der Untereisschicht als auch in der freien Wassersäule auf. Im südlichen Gebiet und im Drescher Inlet wurden sie nicht angetroffen. Ein nicht identifizierbarer athekater heterotropher Dinoflagellat wurde nur im Drescher Inlet häufig und noch vereinzelt im Gebiet vor dem Inlet gefunden. Fast alle anderen Formen traten wie in der freien Wassersäule auf allen Stationen auf, wobei die relativen Anteile der bestandsbildenden Formen in der Untereiswasserschicht und die Unterschiede der quantitativen Zusammensetzung zur Wassersäule je nach Gebiet bzw. Strukturierung der Untereisschicht und Jahreszeit verschieden waren. Relativ hohe Zellkonzentrationen von Diatomeen wurden auf Stationen mit Eisplättchen, oder auf einigen Stationen nach Beginn der Meereisschmelze gemessen. Jedoch waren auf einer dieser Stationen trotz des Vorhandenseins von Eisplättchen die Diatomeendichten nicht erhöht. Nur in der Untereisschicht im Drescher Inlet und auf den nördlichen im Weddellwirbel gelegenen Stationen waren relativ mehr Eisdiatomeen als Planktondiatomeen vorhanden, sonst waren die Verhältnisse umgekehrt. Auf vielen Stationen, auf denen die Phytoplanktonzusammensetzung in der Untereisschicht nicht von Diatomeen dominiert war, waren vor und nach der Schmelze verschiedene Flagellatenarten unter dem Eis höher als in der Wassersäule konzentriert; andere Flagellatenarten waren zuweilen in niedrigeren Dichten vorhanden oder fehlten ganz.

## 4 Diskussion

### 4.1 Einführung

Die Zusammensetzung des Planktons und die Unterschiede in der Besiedlung des Pelagials zwischen Schelfgebieten und offenem Ozean sind in nicht polaren Breiten vor allem durch die Intensität der Wechselbeziehung zwischen Wassersäule und Meeresboden begründet (Smetacek 1988). In Schelfgebieten trägt die Nähe des Bodens durch dessen Funktion unter anderem als Refugium für Ruhe- und Dauerstadien vieler Formen entscheidend zur Rekrutierung und charakteristischen Zusammensetzung der pelagischen Gemeinschaften bei. Im Gegensatz dazu ist in ozeanischen Gebieten der Einfluß des Bodens aufgrund der großen Wassertiefen sehr gering.

Die antarktischen Gewässer liegen größtenteils über der Tiefsee, denn der Kontinentalschelf ist bis auf wenige Gebiete unter dem Schelfeis begraben, das vom Kontinent ins Meer hineinragt. Die durchschnittlichen Wassertiefen der Schelfgebiete, die östlich und westlich der Antarktischen Halbinsel und um die vorgelagerten Inseln sowie im westlichen Rossmeer liegen, sind außerdem zwei bis drei Mal so groß wie vor anderen Kontinenten, da die Last der riesigen Schelfeiskappe die Landmasse nach unten drückt (Denton et al. 1971). Der äußere Rand des Kontinentalschelfes liegt nicht wie in anderen Schelfgebieten bei etwa 200 m, sondern in 400 bis 600 m Tiefe. Die Meereisbedeckung mit den jährlichen großen Amplituden der Eisausdehnung sind eine andere Besonderheit des antarktischen Ozeans. Das Meereis, das einerseits den Lichteinfall in die Wassersäule mindert, kann andererseits für Phytoplankter die Funktion des Bodens als Substrat zur Überdauerung außerhalb der Wachstumsperiode erfüllen. Die Einbettung der Plankter in dieses einzigartige physikochemische Umfeld unterscheidet die antarktischen Phytoplanktongesellschaften von den Gesellschaften in gemäßigten Breiten und teilweise auch in arktischen Gebieten. In der folgenden Diskussion wird deshalb unter anderem ausführlich auf die physikalischen und chemischen Umweltbedingungen eingegangen, die besonders durch die Wechselwirkungen zwischen Eis und Wasser gekennzeichnet sind.

### 4.2. Die Wintersituation im Pelagial

#### 4.2.1 Das physikochemische Umfeld und die Strukturierung des Pelagials im Spätwinter

*Zusammenfassung:* Die Temperatur und Salzgehalte sowie die Nährsalzgehalte zeigten, daß in der Oberflächenschicht im Weddellwirbel und im Küstenstrom bis Mitte November winterliche Bedingungen herrschten. Zwischen nördlicher und südlicher Wirbelnflanke wölbte sich das warme Tiefenwasser am dichtesten unter die Oberfläche. Die relativ niedrigen Salzgehalte in der nördlichen Flanke des Weddellwirbels wiesen auf die Advektion von zirkumpolarem Wasser hin. Im Wirbel lagen die Silikatkonzentrationen auf vielen Stationen niedriger als die in vorhergehenden Untersuchungen gemessenen Winterwerte und wiesen auf noch herbstliche Nährsalzverhältnisse hin. Das Oberflächenwasser des Wirbels und des Küstenstroms konnten mit Hilfe der Salz-, Silikat- und der Ammoniumgehalte deutlich voneinander unterschieden werden. Die trotz fortlaufender Neueisbildung niedrigen Salzgehalte in der Polynya beruhten auf dem Abschmelzen von Schelfeis. Die Ursache dafür waren unter anderem Schelfrandwellen, die auch in anderen Gebieten der Antarktis beobachtet worden waren. Die Salzzufuhr von oben und die Süßwasserzufuhr von der Basis des Schelfeises resultierten in einer thermohalinen Zirkulation und Durchmischungstiefen von mehreren hundert Metern. Die Ausdehnung der Meereisdecke reichte bis zum nördlichen Rand des Wirbels bei 58° S. Die nördliche Ausdehnung des Weddell-Tiefenwassers und des kalten Weddell-Oberflächenwassers begrenzte die Ausbreitung der Meereisdecke. Die Feinstruktur des Meereises spiegelte die vorwiegend turbulenten Bildungsbedingungen im Wirbel bzw. die vorwiegend ruhigen Bildungsbedingungen in der Küstenpolynya wider. In der südlichen Polynya konnte über dem breiteren Schelf aufgrund von

ruhigeren Bedingungen Plättcheneis unter treibendem Polynyaeis akkumulieren. In dieser Schicht wurde Nitraterschöpfung hervorgerufen durch Algenwachstum gemessen. Der Lichteinfall ins Wasser war bedingt durch die Eisbedeckung sehr gedämpft. Aufgrund der extremen Partikelarmut konnte die einfallende Strahlung jedoch tief in die Wassersäule eindringen.

#### Weddellwirbel

Im Untersuchungsgebiet wurde nur auf der ersten und nördlichsten Station Winterwasser des Zirkumpolarstroms (**AASW**) angetroffen. Bereits Anfang Oktober war im eisfreien Zirkumpolarstrom eine warme Deckschicht ausgebildet. Auf den folgenden Stationen im Weddellwirbel lag kaltes Weddell-Winterwasser (**WW**) unter dem Packeis. Die Mächtigkeit der Winterwasserschicht nahm von über 150 m am Rand zur Mitte des Wirbels im Gebiet der Antarktischen Divergenz (bei etwa 64° S) bis auf 70 m ab und dann Richtung Süden wieder auf über 150 m zu. Auch die Mächtigkeit der Sprungschicht zwischen **WW** und **WDW** nahm in der Mitte auf 20 bis 30 m ab. Das Phänomen der dicht unter der Oberfläche liegenden Pycnokline zwischen der nördlichen und der südlichen Flanke des Wirbels (Deacon 1982) wird von Gordon und Huber (1984) und von Comiso und Gordon (1987) als "doming of the pycnokline" bezeichnet.

Im Tiefenwasser konnten drei Wasserkörper unterschieden werden: Das Zirkumpolare Tiefenwasser (**CDW**), dessen Temperaturmaximum bei 0,9° C lag, wurde wieder nur auf der nördlichsten Station festgestellt (siehe auch Fahrbach et al. 1987). Bis zur Station 494 in der nördlichen Flanke des Wirbels wurde kaltes (Temperaturmaximum bei 0,4° C) und in der südlichen Flanke warmes Tiefenwasser (Temperaturmaximum bei 1,0° C) festgestellt; definiert von Gordon und Huber (1984) als "Weddell cold regime" bzw. "Weddell warm regime". Das kältere **WDW** wird im Folgenden als **cWDW**, im Gegensatz zum **wWDW** bezeichnet. Das salzige, warme Tiefenwasser des "Weddell warm regime" (**wWDW**) wird bei ca. 20° östlicher Länge zum Teil aus dem relativ warmen Tiefenwasser (**CDW**) des indischen Sektors des Zirkumpolarstroms gespeist. Es fließt weiter an der östlichen und südlichen Weddellmeerküste entlang, ein kleiner Teil gelangt jedoch abgeschnürt als Wirbel ("eddies") in das zentrale Weddellmeer (Gordon und Huber 1984, Whitworth und Nowlin 1987, Gordon 1988, Bagriantsev et al. 1989).

Im Winterwasser des Weddellwirbels waren die Nährsalzkonzentrationen vertikal gleichförmig, horizontal jedoch nicht. Die Nitratkonzentrationen lagen um 29, die Phosphatkonzentrationen um 1,9 und die Silikatkonzentrationen zwischen 65 und 77 µmol/l. Deutliche Unterschiede zwischen nördlichem und südlichem Wirbel waren nur bei den Silikatgehalten erkennbar, sie waren im Trend auf den nördlichen Stationen höher. Auf einer Station (493) war außerdem der Profilverlauf der Nitratkonzentrationen in der Nutrikline ungleichmäßig. Die Nitrat/Phosphat Verhältnisse waren auf allen Stationen ungefähr gleich; die Nitrat/Silikat bzw. Phosphat/Silikat Verhältnisse schwankten. Die Nitrat- und Phosphatkonzentrationen waren nur wenig niedriger als die von Jennings et al. (1984) im östlichen Weddellmeer im zweiten Novemberdrittel und im Januar im Winterwasser gemessenen Konzentrationen; die Silikatkonzentrationen lagen jedoch insgesamt betrachtet deutlich niedriger. Diese Nährsalzverteilungen weisen auf folgende ursächliche Mechanismen hin: a) Auf eine noch nicht abgeschlossene vertikale Zumischung von nährsalzreichem **WDW** in das **WW**, die nach Gordon et al. (1984) und Schlosser et al. (1987) vorwiegend im Winter stattfinden soll; b) auf eine horizontale Zumischung von Oberflächenwasser mit anderen Silikatkonzentrationen aus Norden bzw. Nordwesten oder c) auf die noch nicht abgeschlossene Umwandlung von im vergangenen Sommer gebildeter organischer partikulärer und gelöster Substanz zurück in anorganische Verbindungen. Die erste und die letzte Möglichkeit würde bedeuten, daß im Spätwinter noch "herbstliche" Nährsalzverhältnisse im Weddellwirbel herrschen. Jennings et al. (1984) stellten zwischen den Nährsalzkonzentrationen des Winterwassers im November und denen im Januar keine Unterschiede fest. Demnach hätten sich während unserer Expedition Anfang Oktober die endgültigen Nährsalzwinterwerte (besonders die des Silikats), die den November- und Januarwerten von Jennings et al. (1984) entsprächen, noch nicht im gesamten Wirbel eingestellt. Die Erniedrigung der Nährsalzkonzentrationen durch Schmelzwassereinfluß ist ausgeschlossen, da während unserer Durchquerung des Packeisgürtels die Meereisschmelze noch nicht eingesetzt hatte, in Waken fand im Gegenteil Neueisbildung statt (Eicken et al. 1988). Eine Verdünnung der Nährsalzkonzentrationen durch Schmelzwasser hätte sich außerdem im Aufbau von vertikalen Gradienten in der Oberflächenschicht bemerkbar gemacht.

Die Packeisdecke, die am nördlichen Rand nicht geschlossen, sondern von einigen Bändern freien Wassers unterbrochen war, dehnte sich im Spätwinter bis 58° S - ungefähr bis zur

nördlichen Grenze des Weddellwirbels - aus. Darunter lag über dem südwestindischen Rücken eine scharfe Grenze zwischen dem relativ warmen **CDW** und dem kalten **cCDW** (Fahrbach et al. 1987). Nach Bagriantsev et al. (1989) reflektiert das Muster der saisonalen Eisausdehnung und des Eisrückzugs die Verteilung des **cCDW** ("Weddell cold regime") und des **wCDW** ("Weddell warm regime") des Weddellwirbels bzw. des warmen zirkumpolaren Tiefenwassers (**CDW**). Abkühlung des Oberflächenwassers und damit einhergehendes Eiswachstum, das den Salzgehalt erhöht, führen zur Entstehung des Weddell-Winterwassers (**WW**). Diese Prozesse sind im nördlichen Weddellmeer offensichtlich nur über dem relativ kalten **cCDW** möglich. Die im östlichen Weddellmeer im Vergleich zu anderen Gebieten weiter nach Norden reichende maximale Ausdehnung des Meereises beruht somit auf den Ausbreitungsmustern des Weddell-Winterwassers (**WW**) und des **cCDW** ("Weddell cold regime"), das sich im östlichen Teil des Wirbels aufgrund der topographischen Gegebenheiten relativ weit nach Norden ausdehnt.

#### Küstenpolynya

Entlang der südöstlichen und südlichen Weddellmeerküste floß salzärmeres östliches Schelfwasser (**ESW**) im Küstenstrom nach Südwesten. Die Mächtigkeit der Oberflächenschicht nahm von weniger als 200 m auf der ozeanischen Seite küstenwärts bis auf mehrere hundert Meter über dem oberen Kontinentalhang zu. Die Zufuhr von salzreichem Wasser von oben bedingt durch Neueisbildung bewirkte unter anderem diese tiefe Durchmischung (Foster 1972, Zwally et al. 1985). Obwohl ständig Salzzufuhr von oben erfolgte, waren die Salzgehalte des Küstenstroms im Winter relativ niedrig, sie lagen - wie auch die Temperaturen - im unteren Bereich der von Carmack (1974) für das **ESW** angegebenen Werte. Die höchsten während unserer Expedition im Gebiet der Polynya gemessenen Salzgehaltswerte betragen 34,42 ppt. Sie wurden nur auf einer ganz im Süden auf der ozeanischen Seite gelegenen Station (543) gemessen. Die niedrigsten Konzentrationen von kleiner 34,3 ppt - bei Temperaturen von -1,89 bzw. -1,87° C - wurden auf den Schelfstationen der Schnitte Drescher II und III unter der Oberfläche gemessen. Zur ozeanischen Seite hin nahmen die Salzkonzentrationen auf allen Schnitten zu. Die niedrigen Salzgehalte und die Verteilungsmuster weisen - wie bereits von Fahrbach et al. (1987) vermutet - auf das Abschmelzen von Schelfeis in der Tiefe hin. Dieses Schmelzwasser steigt - sich mit dem **ESW** vermischend - am Schelfeisrand nach oben und breitet sich angetrieben durch die Fallwinde horizontal zur ozeanischen Seite aus. Die Entstehung von Schelfeisschmelzwasser würde neben der Zufuhr salzreichen Wassers von oben als zweite Komponente zur thermohalinen Zirkulation unter der Küstenpolynya beitragen.

Die Isolinien der Nährsalzkonzentrationen und der Salzkonzentrationen wölbten sich auf den über dem oberen Hang gelegenen Stationen der Drescherschnitte III und IV nach oben. Dies deutet auf ein zeitweises Einmischen warmen Tiefenwassers in die Winterschicht hin. Auf den Schelfstationen dieser beiden Schnitte und auf der Schelfstation von Drescherschnitt II waren auch Salz- und Nährsalzerhöhungen sowie eine leichte Temperaturerhöhung in Bodennähe zu erkennen. Das Temperatursignal auf den Hangstationen von Drescherschnitt III und IV war nicht so eindeutig, denn die zugemischte Wärme aus dem **WDW** wird vermutlich schnell durch Wechselwirkung mit dem Schelfeis bzw. mit der Atmosphäre über die meist eisfreie Wasseroberfläche abgegeben. Die Temperatur ist deshalb im Vergleich zu den in dieser Jahreszeit konservativen gelösten Salzen eine progressive Größe. Während dieser Expedition waren vor dem Drescher Inlet auf dem Schelf und Hang Strömungsmesser von Fahrbach und Rohardt (1988) verankert worden. Die an diesen Verankerungen durchgeführten Salzgehalts- und Temperaturmessungen - besonders die feinaufgelösten Temperaturmessungen in der Tiefe der Pyknokline - zeigten ebenfalls deutlich die Einmischung von **WDW** nach oben. Oberes warmes Tiefenwasser gelangte offensichtlich regelmäßig in die Oberflächenschicht und auf den schmalen Schelf und so an das untere Schelfeis. Das Abschmelzen des Schelfeises würde deshalb nicht nur durch das Oberflächenwasser (**ESW**) selbst, sondern auch durch das Tiefenwasser (**WDW**) bewirkt. In der Abbildung 55 ist die thermohaline Zirkulation unter der Küstenpolynya schematisch dargestellt.

Das beobachtete Phänomen des regelmäßigen Hochsteigens von warmem Tiefenwasser kann als Schelfrandwellen bezeichnet werden. Durch Windeinwirkung und Gezeitenfluktuationen hervorgerufene Schelfrandwellen wurden auch im südlichen Weddellmeer von Foster und Carmack (1976 b), von Middleton et al. (1982 und 1987) und von Foster et al. (1987) beobachtet. In der östlichen Antarktis wurden im Spätwinter in der Prydz Bay Schelfrandwellen und die Zumischung von zirkumpolarem Tiefenwasser (**CDW**) festgestellt (Middleton und Humphries 1989). Rakusa-Suszczewski (1972) beobachtete im Winter in der Alasheyev Bight (östliche Antarktis) das Hochgelangen von warmem Tiefenwasser auf den Schelf. Die

Zumischung von Tiefenwasser in das Oberflächenwasser des Küstenstroms ist wahrscheinlich ein in der ganzen Antarktis auftretendes Phänomen.

Die Strömungsmessungen während unserer Expedition (Fahrbach und Rohardt 1988) zeigten einen Stromkern über dem oberen Kontinentalabhang mit Geschwindigkeiten von mehr als 20 cm/s. Der Stromkern erstreckte sich horizontal über 20 km. In 50 km Entfernung von der Schelfeiskante betrug die Geschwindigkeit unter der Oberfläche 8 cm/s (Kottmeier und Fahrbach 1989). Die gemessenen höchsten Geschwindigkeiten des Küstenstromes waren im Spätwinter somit niedriger als die von Carmack und Foster (1977) im Sommer festgestellten maximalen Werte von ca. 40 cm/s.

Auf den Schelfstationen verliefen während unserer Untersuchungen die Profile der Nährsalzkonzentrationen vertikal ungleichmäßig, und die Konzentrationen waren im unteren Bereich zuweilen etwas erhöht. Dies wird als weiteres Indiz für die Zumischung von warmem nährsalzreicherem Tiefenwasser (WDW) von unten nach oben gedeutet.

Nicht nur anhand der Salzgehalte, sondern auch anhand der Nährsalzkonzentrationen konnten das Winterwasser (WW) des Wirbels und das Schelfwasser (ESW) voneinander unterschieden werden: Die Nitrat- und Phosphatgehalte unterschieden sich nicht wesentlich; die Silikat- und die Ammoniumkonzentrationen waren hingegen im ESW deutlich niedriger. Im ESW lagen die Silikatkonzentrationen immer bei 65  $\mu\text{mol/l}$ . Sie stiegen nur auf den äußeren Stationen der Schnitte an, wo dies auf der Zumischung von WW beruhte. Darauf wiesen auch andere Indizien wie Salzgehaltsanstieg und Verschiebungen der quantitativen Artenzusammensetzungen hin. Ähnliches galt für die Ammoniumkonzentrationen. Die Gehalte bewegten sich im WW um einige Zehntel  $\mu\text{mol/l}$ , im ESW waren die Konzentrationen nicht mehr messbar oder lagen um eine Zehnerpotenz niedriger als im WW.

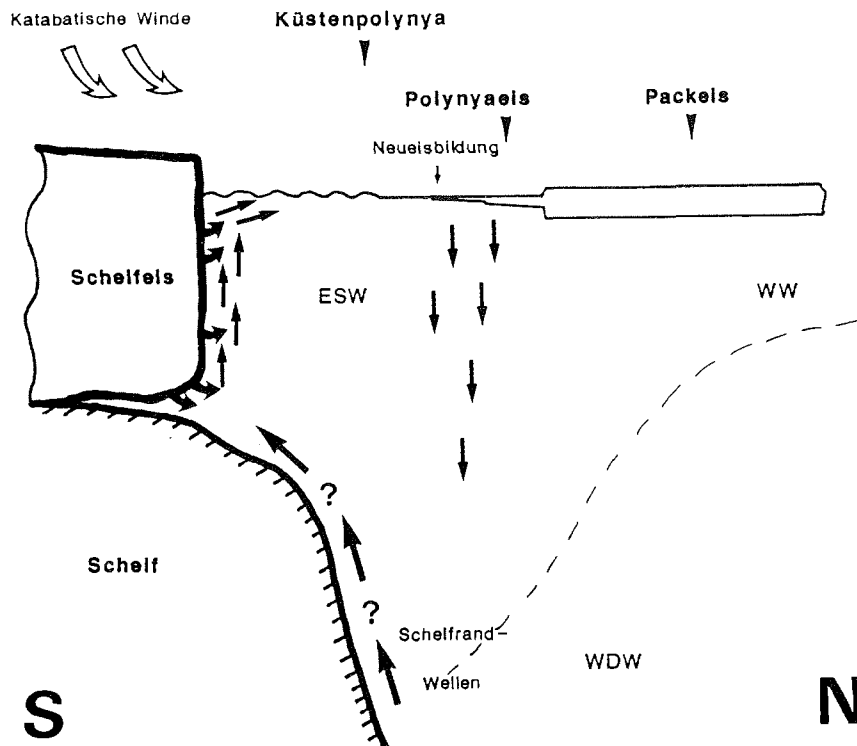


Abb. 55: In diesem schematischen Querschnitt (Breite etwa 30 km) durch die südöstliche Küstenzone ist die thermohaline Zirkulation unter der geöffneten Küstenpolynya dargestellt. Durch Anschmelzen des Schelfeises durch ESW und WDW steigt salzarmes, kaltes Wasser am Schelfeisrand auf; die Neueisbildung am Polynyarand führt zum Absinken von salzreichem Wasser von der Oberfläche.

Die großskalige Morphologie der Eisdecke war in der Polynya und auch im Packeisgürtel sehr heterogen. Zu Kämmen aufgetürmtes Eis, glatte unterschiedlich dicke Flächen mit variabler Schneebedeckung und Waken verschiedener Ausdehnung bzw. Breite wechselten sich ab. In der Küstenpolynya kam somit bedingt durch die vom Wind dominierte Gestaltung der Eisbedeckung (Zwally et al. 1985, Engelbart 1988) zur räumlichen Heterogenität eine große zeitliche Variabilität hinzu (eigene Beobachtungen, Eiswachenprotokoll Ant V/3 unveröff.).

Eisplättchen werden vermutlich unter dem Schelfeis durch Wechselwirkung von **WW** mit dem Schelfeis gebildet (Diekmann et al. 1986, Lewis und Perkin 1986, Eicken und Lange 1989), jedoch ist eventuell auch auf den Schelf gelangendes **WDW** an ihrer Entstehung beteiligt. Sie werden in das Festeis inkorporiert, denn sie wurden nach Eicken und Lange (1989) in der ganzen Polynya im Meereis festgestellt. Lose Plättchen akkumulierten jedoch nur an geschützten Stellen wie im Drescher Inlet, wo sie nach den großen Durchmessern zu schließen vermutlich unter dem Festeis weiter gewachsen waren. Auch in der südlichen Polynya über dem breiteren Schelf konnten sich große Plättchenmengen ansammeln. Dies weist darauf hin, daß über dem schmalen Schelf vor dem Drescher Inlet ein großer Teil der Plättchen lateral weitertransportiert wird bzw. schmilzt und ein Teil ins Festeis inkorporiert wird. Im Süden können Plättchen entweder aufgrund ruhigerer Bedingungen oder aufgrund höherer Bildungsrate als weiter nördlich akkumulieren. Indizien für ruhigere Bedingungen über dem breiten Schelf waren die stabilen Temperatur-, Salzgehalts- und Nährsalzschichtungen, die auf einigen Stationen im Wasser innerhalb der Plättcheneisschicht gemessen wurden. Die Plättchenschicht konnte sich offensichtlich länger stabilisieren, denn die Nährsalzkonzentrationen waren aufgrund von Algenwachstum in dieser Schicht erniedrigt bzw. erschöpft. Die beobachtete durchgehend hohe Algenbiomasse läßt den Schluß zu, daß sich im ganzen südlichen Polynyagebiet über mehrere Tage bis einige Wochen stabile Schichtungen innerhalb der Plättchenschicht aufbauen konnten. Im südlichen Schelfgebiet wurden außerdem, wahrscheinlich als Folge der größeren Akkumulation, mehr Plättchen ins Festeis eingeschlossen (Eicken und Lange 1989).

In der Küstenpolynya setzte sich das nur einige Tage bis Wochen alte Eis zum größeren Anteil aus säulenförmigen Kristallen zusammen (Eicken und Lange 1989). Eicken und Lange (1989) fanden eine Abhängigkeit der Feinstrukturen des Eises von den Windgeschwindigkeiten während unserer Expedition: Bei hohen Geschwindigkeiten war der größte Teil der Eiskristalle vom granulären Typ und die Eisschollen waren zu Kämmen aufgetürmt. Bei niedrigen Windgeschwindigkeiten wurden mehr säulenförmige Eiskristalle gebildet. Die Eiskristallbildung an der Oberfläche und auch die großskalige Struktur des Eises wurden in der Polynya somit hauptsächlich von den Windverhältnissen also von Oberflächenprozessen und nicht von internen Wellen oder Strömungen geprägt. Letztere bestimmten jedoch die Menge an akkumulierten und ins Eis eingeschlossenen Eisplättchen. Auf den durch Windeinwirkung immer wieder vom Eis befreiten Flächen bildete sich schnell wieder Neueis, wobei die Bildung von insgesamt mehr säulenförmigen Eiskristallen in der Polynya wahrscheinlich auf höheren Eiswauchstumsraten während windstillen Phasen beruhte.

#### Das Lichtklima im Weddellwirbel und in der Küstenpolynya im Spätwinter

Während der Anreise durch das östliche Weddellmeer betrug die Tageslänge 15 bis 18 Stunden und in der Küstenpolynya vor Schmelzbeginn je nach Breitengrad und Datum 20 bis 24 Stunden (Sakshaug und Holm-Hansen 1984). Die während der Eisprobennahmen gemessenen Intensitäten der photosynthetisch wirksamen Strahlung kurz über der Oberfläche lagen im Mittel bei 1500 bis 2000  $\mu\text{E} (\text{m}^{-2} \text{s}^{-1})$ , schwankten aber je nach Tageszeit und Bewölkungsgrad zum Zeitpunkt der Messung um eine Zehnerpotenz. Der Lichteinfall in die Wassersäule selbst wurde durch die Eisbedeckung modifiziert. Messungen von Maykut und Grenfell (1975) in der Arktis zeigten, daß die Absorption durch Meereis von dessen Dicke, Morphologie und Feinstruktur abhängt und die Lichtabsorption von Schnee ca. sechs mal so hoch ist wie von gleich dickem Eis. Messungen im Rossmeer (McMurdo Sound) ergaben entsprechende Resultate für antarktisches Eis (Buckley und Trodahl 1987). Beim Durchgang durch das Meereis wird die spektrale Zusammensetzung des Lichtes zum blauen Bereich verschoben, der langwellige Bereich wird stärker absorbiert (Maykut und Grenfell 1975, Maykut 1985, Buckley und Trodahl 1987). Wenn Meereis von Algen besiedelt ist, absorbieren diese Organismen mit ihren Pigmenten zusätzlich Licht und besonders intensiv im blauen und roten Wellenlängenbereich, so daß relativ viele grüne Anteile ins Wasser gelangen (Maykut und Grenfell 1975, Sullivan et al. 1984, Buckley und Trodahl 1987). Die resultierende spektrale Zusammensetzung des in die Wassersäule gelangenden Lichtes während unserer Untersuchungen im Spätwinter hatte deshalb insgesamt betrachtet vermutlich etwas höhere grüne

und blaue Anteile als die einfallende Globalstrahlung. Modelle von Perovich (1989) über die Strahlungsdurchlässigkeit verschiedener Meereisbedeckungstypen in der Arktis ergaben Schwankungen der Lichtdurchlässigkeit von mehreren Zehnerpotenzen. Ähnlich große Varianzen sind aufgrund der aufgeführten Faktoren auch in der Antarktis zu erwarten. In die Wassersäule fiel demnach zum Winterende über viele Stunden täglich mit zunehmender Tendenz Licht, jedoch zeitweise stark gedämpft durch die räumlich und zeitlich heterogene Meereisbedeckung. Außerdem wird nach Campbell und Aarup (1989) aufgrund des niedrigen Sonnenstandes in hohen Breiten ein relativ großer Anteil der einfallenden Strahlung an der Wasseroberfläche reflektiert, der mit über 20% in den Frühjahrs- und Herbstmonaten besonders hoch ist.

Die Abnahme des in die Wassersäule einfallenden Sonnenlichtes verläuft exponentiell, und in den oberen 20 bis 70 m werden ca. 90% absorbiert (Kirk 1983, Megard und Berman 1989). Die terrestrische Zufuhr von Trübstoffen wie lithogene Partikel und Detritus oder von Gelbstoff, die große Anteile des einfallenden Lichtes absorbieren können (Kishino et al. 1984), ist in der Antarktis aufgrund des fehlenden Eintrags durch Flüsse äußerst gering. Die von uns gemessenen niedrigen Chlorophyll -, POC - und PON Konzentrationen im Wirbel und in der Küstenpolynya zeigten eine extreme Armut an partikulärer Substanz im Spätwinter. Im Küstenpolynya-gebiet waren die Gehalte besonders niedrig. Dies wurde auch an den dort gemessenen großen Secchi-Tiefen deutlich, die außerdem auf extrem geringe Gelbstoffgehalte hinweisen. Absorption des Lichtes konnte deshalb nur vom Wasser selbst, das nach Kishino et al. (1984) in gemäßigten Gebieten etwas mehr als die Hälfte des einfallenden Lichtes absorbiert, und von den Partikeln im Wasser - Organismen und Detritus marinen Ursprungs - erfolgen. Dies bedeutet, daß im Spätwinter das durch Meereis oder durch Waken ins Wasser gelangende Licht relativ weit in die Wassersäule eindringen konnte. Unter der Küstenpolynya herrschte ein im Vergleich zum Packeisgebiet höheres Lichtangebot, weil mehr Licht durch die meist eisfreie oder nur von dünnem schneefreiem oder schneearmem Eis bedeckte Oberfläche hindurchdringen konnte. Gieskes, Tilzer et al. (1989) stellten im Frühjahr im nordwestlichen teilweise mit Eis bedeckten Weddellmeer die 1% Lichttiefe in 50 bis 100 m Tiefe fest. Demnach würden im Küstenpolynya-gebiet z. B. in 100 m Tiefe etwa 20  $\mu\text{E}$  und in 200 m nur etwa 0,2  $\mu\text{E}$  ( $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) usw. eintreffen. In der Küstenpolynya bedeuteten die sehr großen Durchmischungstiefen von mehreren hundert Metern, somit eine deutliche Verminderung der Lichtexposition für die Phytoplankter.

#### 4.2.2 Die Protistenplanktonbesiedlungsmuster im Spätwinter

*Zusammenfassung:* Die Phytoplanktongesellschaft in der Wassersäule setzte sich zusammen aus autochthonen Flagellaten-, Ciliaten- und Diatomeenpopulationen sowie aus dem Meereis heraus sinkenden Diatomeen. Im nordöstlichen Weddellwirbel kamen Formen - vorwiegend Diatomeen - hinzu, deren Artenzusammensetzung zeigte, daß sie durch Advektion von Nordwesten eingetragen wurden. Neben den hydrographischen und chemischen Charakteristika zeigte auch die Diatomeenzusammensetzung im Küstenstrom deutliche Unterschiede zum Weddellwirbel. Die, aufgrund besonderer Untereisbedingungen, vertikale Strukturierung der Wassersäule im südlichen Küstenpolynya-gebiet ermöglichte durch bessere Lichtbedingungen schnelles Wachstum und Akkumulation von auto- und heterotrophen Formen. Das flottierende Plättcheneis führte so zur Ausbildung distinkter Untereisgesellschaften. Die Zusammensetzungen der Populationen - vor allem die der Diatomeen - waren durch die Zirkulationsmuster und Meereisbedeckung bestimmt. Schon vor Schmelzbeginn wurden diese durch gleichzeitiges moderates Heraussinken aus dem Meereis beeinflusst bzw. gestaltet. Dies wurde besonders deutlich in der südlichen Polynya unter der Plättcheneisschicht; dort war die Wassersäule mit Diatomeen aus der Untereisschicht angereichert. Das physikalische Regime und die unterschiedlichen Reaktionen der Phytoplankter auf die abiotischen Bedingungen führten somit zur Ausbildung verschiedener Gesellschaften mit unterschiedlich hohen Biomassen im Spätwinter.

#### Die Verteilungsmuster des Protistenplanktons

Die Protistenplanktonverteilungsmuster im östlichen Weddellmeer und in der Küstenpolynya deckten sich größtenteils mit den Gebieten, die mit Hilfe der hydrographischen und chemischen Eigenschaften der Wassersäule sowie der glaziologischen und geographischen Charakteristika

im Spätwinter unterschieden werden konnten. Da vergleichbare Untersuchungen bisher im östlichen Weddellmeer nicht durchgeführt worden sind, können Ergebnisse anderer Autoren nicht direkt zum Vergleich herangezogen werden.

Im Oberflächenwasser auf der einzigen Station (487, auf 54° 40' S) im Zirkumpolarstrom (**ACC**) wurden höhere Chlorophyll -, POC - und PON Gehalte als auf den südlicher gelegenen Stationen im Weddellwirbel gemessen. Jedoch weist die gleiche qualitative und sehr ähnliche quantitative Artenzusammensetzung darauf hin, daß ein Austausch zwischen dem Oberflächenwasser des südlichen Zirkumpolarstroms und der nördlichen Weddellwirbelflanke stattfand. Die höheren Zellkonzentrationen im eisfreien **ACC** beruhen vermutlich auf Wachstum - angeregt durch höheres Lichtangebot - sowie geringeren Zellverlusten als unter dem Meereis im nordöstlichen Weddellwirbel .

Auf dem Nord-Süd-Schnitt traten nach der südlichsten Station (494) in der nördlichen Flanke (Stationen 489 bis 494, von ca. 57° 50' S bis ca. 64° S) viele der an der Eiskante häufigen und auch einige der seltenen Arten nicht mehr auf (siehe die im Ergebnisteil Kapitel 3.3.1.1.2 eingeteilten Gruppen 1, 3 und 6,7,8; Abb. 40 und Tabelle 3). Andere Arten waren weiter südlich nur noch sehr selten zu finden (Gruppen 2, 4, 5 und 10, 11). Die Muster der Nord-Süd-Verteilung dieser Gruppen mit dem drastischen Rückgang der Zellkonzentrationen auf allen Stationen in der südlichen Wirbelflanke und im Küstenstrom (Stationen 498 bis 504, von ca. 64° S bis ca. 70° 30' S) und die stetigen Abnahmen der Zellzahlen bis zur Station 494 zeigen die Verbreitung der Zellen vom Eiskantengebiet aus. Weiterhin läßt das von der Eiskante bis zur Station 494 immer schlechter werdende mikroskopische Erscheinungsbild vieler dieser Arten bzw. die relative Zunahme der leeren Zellen sowie Schalen schließen, daß diese Formen vom eisfreien Zirkumpolarstrom in Richtung Süden unter das Meereis in die gesamte nördliche Wirbelflanke verfrachtet wurden und aufgrund des Lichtmangels nicht mehr teilungs- und lebensfähig waren.

Der höhere Flocken- und Detritusgehalt im Oberflächenwasser der nördlichen Weddellwirbelflanke im Vergleich zur südlichen Wirbelflanke und dem Küstenpolynyagebiet weist ebenfalls auf den Eintrag von Wasser aus dem Zirkumpolarstrom hin. Der auf der südlichsten Station des Nord-Süd-Schnittes (Schelfstation 504) wieder etwas höhere Gehalt an durchsichtigen Flocken beruht vermutlich auf der Resuspension von organischem Material von der Sedimentoberfläche. Dies wird wahrscheinlich hervorgerufen durch die Durchmischung der Wassersäule bis zum Boden sowie durch das Aufsteigen von Schelfeisschmelzwasser.

Gordon et al. (1984) stellten aufgrund von Sauerstoffmessungen im Winterwasser der nördlichen Flanke des östlichen Weddellwirbels die Zufuhr von warmem Tiefenwasser (**WDW**) in diese Schicht fest. Nach ihren Salzgehalts- und Temperaturbilanzen des Winterwassers muß zusätzlich Süßwasser in die Oberflächenschicht zugeführt werden. Als Quelle vermuten sie Niederschläge oder schmelzende Eisberge. Die während unserer Expedition anhand der Salzgehalte und besonders anhand der Artenverteilung festgestellte Zufuhr von zirkumpolarem Oberflächenwasser in die nördliche Wirbelflanke könnte die salzarme Quelle sein.

In die nördliche Weddellwirbelflanke wurde vermutlich nicht nur Oberflächenwasser von Norden eingetragen. Burckle (1987) fand während einer Untersuchung im eisbedeckten östlichen Weddellmeer im Winterwasser Diatomeen, und Morley und Stepien (1984) stellten im darunter gelegenen Tiefenwasser Radiolarien fest, die in die nördliche Flanke mit abgeschnürten "eddies" (Whitworth und Nowlin 1987, Gordon 1988, Bagriantsev et al. 1989), vermutlich aus der südlichen Wirbelflanke, gelangt waren. Die Verbreitungsmuster einiger nur auf den mittleren Stationen unseres Schnittes auftretenden Arten könnten auf ähnlichen Mechanismen beruhen.

Die Verbreitung der Formen aus den Gruppen 2, 4, 5 in der südlichen Wirbelflanke (Stationen 498 bis 501, von ca. 64° S bis ca. 70° S), und auf den Küstenpolynastationen (Stationen 503 bis 504, von ca. 70° S bis zur Schelfeiskante bei 70° 30' S) in deutlich geringeren Konzentrationen als im Norden weist auf einen gleichzeitig stattfindenden geringen Input dieser Arten aus dem Meereis in die Wassersäule hin, der wahrscheinlich auch im nordöstlichen Weddellmeer stattfindet nur dort durch den Bestand in der Wassersäule überlagert wird. Eine andere Möglichkeit ist der Herantransport dieser Formen durch den Wirbel von Osten.

Die nur im Küstenstrom verbreiteten Diatomeen der Gruppe 14, *Porosira pseudodenticulata*, ein Teil der Arten aus den Gruppen 2, 4 und 5 sowie einige weitere nur in der Polynya festgestellte



planktische Diatomeen- und Eisdiatomeenarten bildeten den Diatomeenbestand im südöstlichen und südlichen Küstenpolynyagebiet. Ein Teil dieser Arten war von Nöthig (1988) auch im Sommer im südöstlichen Küstengebiet festgestellt worden. Über dem breiten Schelf im südlichen Polynyagebiet (südlich 73° 30' S) waren in der Wassersäule unter der Untereisplättchenschicht soweit erkennbar auch die gleichen Flagellaten-, Ciliaten- und Diatomeenarten wie in der nördlich davon gelegenen Polynya verbreitet. Dieses Gebiet unterschied sich jedoch durch die deutlich höheren Diatomeenkonzentrationen. Das Oberflächenwasser des Küstenstroms (**ESW**) ließ sich somit nicht nur anhand von hydrographischen und chemischen Charakteristika, sondern auch anhand der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der Diatomeen vom Oberflächenwasser der südlichen Wirbellanke (**WW**) unterscheiden. Deshalb wird der Küstenstrom nicht dem eigentlichen Weddellwirbel zugeordnet.

#### Wechselwirkungen zwischen Meereis und Wassersäule

Nicht nur die Strukturierung der Wassermassen, sondern auch die Besiedlung des Wassers durch Phytoplankter wurden vom Meereis beeinflusst. Im Küstenpolynya- und Weddellwirbelgebiet besiedelten Diatomeen die Wassersäule, die auch von Bartsch (1989) als bestandsbildende im darüberliegenden Polnyaeis und im Küstenfesteis bzw. im Packeis angegeben werden. Dies weist darauf hin, daß in allen Gebieten vor Schmelzbeginn Diatomeen aus dem Meereis in die Wassersäule gelangten. Der Transportmechanismus aus dem Eis beruht auf der langsamen Entsalzung des Meereises, denn aus den Laugenkanälen, die auf der Eisunterseite mit dem Wasser im Verbindung stehen, sickert ständig Salzlake in die Wassersäule (Eicken et al. 1988, Eicken und Lange 1989). Ein Teil der in den Laugenkanälen lebenden Algen wird mit der herausfließenden Salzlake in die Wassersäule befördert.

In der Küstenpolynya über dem südlichen Schelf spiegelten die Formen in der Wassersäule die qualitativen und quantitativen Artenzusammensetzungen der Populationen in der Untereisplättchenschicht wider. Erhöhte Diatomeendichten nur auf den Stationen mit einer Plättchenschicht sowie die auf einigen Stationen mit zunehmender Tiefe abfallenden Profile der Zell- und Chlorophyllkonzentrationen, die sich nicht mit der homogenen Wassersäulenstruktur deckten, zeigten das Heraussinken aus der mit hohen Biomassen angereicherten Untereissschicht vor Schmelzbeginn an. Die Flagellaten, Dinoflagellaten und Ciliaten waren eventuell auch zum Teil aus dem Meereis bzw. aus der Plättcheneissschicht in die Wassersäule gelangt.  $\mu$ - und Nanoflagellaten sowie größere Dinoflagellaten wurden von Bartsch (1989) ebenfalls im Meereis festgestellt, aber nicht weiter unterschieden. Aus der Gruppe der Ciliaten fand sie jedoch nur holotriche, hingegen in der Wassersäule wurden von mir vorwiegend oligotriche Ciliaten festgestellt.

Die Diatomeenarten, die als intakte Zellen vorkamen, teilten sich vermutlich auch in der Wassersäule. Die Wachstumsraten können jedoch aufgrund der ungünstigen Lichtverhältnisse im Weddellwirbel - bedingt durch die Eisbedeckung - bzw. aufgrund der großen Durchmischungstiefen in der Polynya nur relativ gering gewesen sein. Aus dem Eis gelangten Algen nicht nur durch Heraussinken in die Wassersäule, sondern wie im Herbst wurden wahrscheinlich Algen durch den von Garrison et al. (1983 und 1989) beschriebenen bzw. demonstrierten Mechanismus wieder ins Eis eingeschlossen, da Neueisbildung im Packeisgebiet in Waken und im Polynyagebiet vor der gesamten Küste stattfand. Obwohl nach Eicken und Lange (1989) zwar mehr säulenförmiges als granuläres Eis in der Küstenpolynya vorhanden war, wurde ein bedeutender Teil des Eises unter turbulenten Bedingungen gebildet, die den Einschluß von Zellen ins Eis ermöglichten. Dies bedeutet, daß die Besiedlung des jungen Eises in der Polynya ein Abbild der Wassersäulenbesiedlung war und umgekehrt. Im nördlichen Packeisgebiet, in dem der größte Teil der Eisbildung im Herbst und Frühwinter unter turbulenten Bedingungen stattgefunden hatte - denn dort war hauptsächlich granuläres Eis vorhanden (Clarke und Ackley 1984, Gow. et al. 1987, Lange et al. 1989) - war dieser Mechanismus ebenfalls wirksam. Er wirkte sich jedoch auf die Gestaltung der Eisgemeinschaft aufgrund der relativ geringen Eisneubildungsraten im Winter nicht so entscheidend wie im Polynyagebiet aus.

Durch die deutliche Abnahme der Diatomeenkonzentrationen beim Übergang von der nördlichen zur südlichen Wirbellanke wurde deutlich, daß der größte Anteil unter das Meereis des Weddellwirbels von Norden her eingetragen wurde, und es sich nicht um autochtone Weddellwirbel-Diatomeenpopulationen handelte. Dagegen zeigten die gleichmäßigeren Verteilungen der Dinoflagellaten- und Flagellaten- sowie Ciliatenpopulationen, daß diese weitgehend unabhängig von der Meereisbedeckung und dem Austausch mit dem Zirkumpolarstrom waren.

Die großräumigen Bewegungsmuster des Packeises folgten im Untersuchungsgebiet dem Fließmuster des Weddellwirbels (Limbert et al. 1989, Kottmeier und Hartig 1988, Kottmeier und Hartig im Druck). Windeinfluß wirkt sich nach Martinson und Wamser (1990) auf die kleinskaligen Eisbewegungen etwa dreimal so stark aus wie die Wasserströmungen. Das gleichmäßige Fließen der Eismassen wurde durch Windrichtungsänderungen und Eiswechselwirkungen modifiziert (Hoerber und Gube-Lenhardt 1987, Kottmeier und Hartig 1988, Kottmeier und Hartig im Druck., Martinson und Wamser 1990), so daß Packeis Richtung Süden von der nördlichen Flanke über die südliche Wirbelflanke geschoben werden konnte. Aus dem nördlichen Packeis könnten so Diatomeen in das Wasser des südöstlichen Wirbels sinken. Durch diesen Vorgang wurde vermutlich ein Teil der mit Schwerpunkt im nördlichen Gebiet vorkommenden Arten (aus den Gruppen 2, 4 und 5, Kapitel 3.3.1.1.2) nach Süden verfrachtet. Polynyaeis wurde durch die vorwiegend ablandigen Winde über das Wasser des südlichen Wirbels geschoben und ins Packeis inkorporiert. Umgekehrt wurde Packeis durch die seltener wehenden Nord- und Nordwestwinde über das Küstenstromwasser geschoben (Engelbart 1988, Eicken et al. 1988). So konnten Algen aus der Küstenpolynya in das südliche Wirbelwasser und umgekehrt zu weilen Algen aus dem Packeis in das Küstenstromwasser gelangen.

Die Plättcheneisschicht wurde von den gleichen Formen, wie in der Wassersäule und im Meereis der Küstenpolynya besiedelt. Die Zellzahlenverhältnisse von Dinoflagellaten zu Diatomeen, die in der Wassersäule unter der Plättcheneisschicht über eins und in der nördlich davon gelegenen Polynya teils weit über zehn lagen, waren in der Plättcheneisschicht meist stark erniedrigt ( $\ll 1$ ). Die Diatomeen wuchsen offensichtlich schneller, denn auf den Stationen auf denen sich hohe Chlorophyllgehalte aufgebaut hatten, waren die Diatomeenkonzentrationen wesentlich stärker erhöht als die Dinoflagellatenkonzentrationen.

In der Untereiswasserschicht hatten sich die physikalischen Bedingungen, i.e. die Schichtungsverhältnisse, offensichtlich so entwickelt wie während des Winter-Frühjahr-Übergangs in gemäßigten Breiten in der freien Wassersäule: Takahashi et al. (1978), Erga und Heimdal (1984) und Gonzalez et al. (1989) beobachteten bei Erhöhung der Einstrahlung gekoppelt mit der Ausbildung von stabileren Gradienten an der Oberfläche im Verlauf des Frühjahrs eine Verschiebung der Dominanzen von Flagellaten zu Diatomeen. Letztere bauten dann im Verlauf des Frühjahrs hohe Biomassen auf. In der Untereissschicht vermehrten sich die planktischen Diatomeen, deren Hauptanteil von *Thalassiosira antarctica*, *Porosira pseudodenticulata*, *Porosira glacialis* und *Stellarima microtrias* gebildet wurde, schneller als die Eisdiatomeen, da deren Dichten meist höher waren. In der freien Wassersäule unter der Plättcheneisschicht waren die Verhältnisse von Planktondiatomeen/Eisdiatomeen nicht so hoch und lagen z. T. unter eins. Auf den Stationen 584 und 587 wurde in der Untereiswasserschicht Nitraterschöpfung und Absinken der Diatomeen festgestellt, das durch den Stickstoffmangel hervorgerufen wird (Platt und Subba Rao 1970). Die vom Schiffsdeck aus im ganzen Gebiet beobachteten und nach exemplarischen Messungen festgestellten Chlorophyllkonzentrationen in der Plättcheneisschicht lagen wesentlich höher als die Chlorophyllkonzentrationen, die mit dem vorhandenen Nährsalzen aufgebaut werden konnten. Die hohen Konzentrationen waren vermutlich entstanden durch Heruntersinken der Algen in die unteren Horizonte der Plättcheneisschicht und außerdem durch dort wiedereinsetzendes Wachstum, ermöglicht durch den erneuten Kontakt mit nährsalzreichem Wasser. Dies bedeutet, daß Diatomeen im ganzen Gebiet aufgrund von Nährsalzerschöpfung absanken. Nach den im Oberflächenwasser niedrigeren Verhältnissen von Planktondiatomeen/Eisdiatomeen zu schließen, gelangten relativ mehr Eisdiatomeen in das Oberflächenwasser.

#### 4.2.3 Die winterliche Protistenplanktongesellschaft

**Zusammenfassung:** Das Pelagial im Weddellwirbel und in der Küstenpolynya enthielt im Winter eine aktive Gesellschaft dominiert von  $\mu$ -, Nano- und mittelgroßen Dinoflagellaten, in die vertikal und horizontal ständig volle und leere Diatomeen, Chrysophyceencysten sowie kleine Kotballen und Krillkotschnüre als Detritusquelle eingetragen wurden. Die Flagellaten erhielten und vermehrten sich vorwiegend selbst im Pelagial. Die Bestände der Diatomeen wurden zum großen Teil immer wieder vom Meereis aufgefüllt. Die Konzentrationen von Diatomeendauersporen und anderen Dauerstadien waren äußerst gering. Der relativ hohe Anteil an aktiven Heterotrophen bedeutete, daß der Freßdruck in dieser Gesellschaft sehr groß war. Auch ein Teil des Metazooplanktons (Copepoden) war bereits im Spätwinter in den Ober-

flächenschichten zu finden. Die Flagellatengesellschaft ähnelte den Wintergesellschaften in gemäßigten Gebieten und der Arktis, wird aber nur in der Arktis auch in diesen extrem niedrigen Dichten angetroffen. Die Struktur dieser Wintergesellschaften entspricht der regenerierender Gemeinschaften im Sommer bzw. denen in oligotrophen Gewässern.

#### Das mikroskopische Erscheinungsbild des Protistenplanktons im Spätwinter

Das während des Winterpackeisschnittes zum Süden hin immer schlechter werdende mikroskopische Erscheinungsbild vieler aus Nordwesten unter das Meereis verfrachteten Arten zeigte, daß diese abstarben. Bei der Einordnung nach dem optischen Erscheinungsbild der fixierten Diatomeen muß jedoch bedacht werden, daß einige Arten, die auf dem Weg durch den Weddellwirbel nach Süden hin verschwanden, und vorher keine äußerlich sichtbaren Schädigungen zeigten, eventuell bereits im Norden physiologisch geschädigt waren. Das gleiche Problem stellte sich auch bei der Beurteilung der weiter südlich verbreiteten meist intakt erscheinenden Diatomeen, wobei gerade bei den kleinen oder den sehr schmalen pennaten Eisalgen eine Charakterisierung des Zustandes des Protoplasten schwierig war.

Viele der Arten, die nur auf den nördlichen Stationen des Nord-Süd-Schnitts oder in nach Süden hin zunehmend schlechterem Zustand festgestellt wurden, wurden ganz vereinzelt in der Polynya angetroffen. Auch dort meist mit plasmolysiertem Zellinhalt, abgebrochenen Zellteilen, als leere und teilweise bereits angelöste Schalen. Vereinzelt leere Schalen einiger nördlicher Arten und weniger anderer Arten aus dem Polynya-Gebiet wurden auch im Tiefenwasser regelmäßig festgestellt. Kozlova (1964) klassifizierte nach umfangreichen Untersuchungen der Diatomeenverteilung im Indischen und Pazifischen Sektor des antarktischen Ozeans bestimmte Arten nach ihrem Auftreten bzw. ihrer Abnahme im Tiefen- und im Bodenwasser, sowie in den Sedimenten. Ein Teil der Arten, die sie als schwer löslich einstufte, waren die, die während unserer Expedition vor allem auf den südlichen Stationen des Packeisschnittes, in der Küstenpolynya und im Tiefenwasser regelmäßig als leere intakte oder angelöste Schalen festgestellt wurden. Dies waren *Nitzschia kerguelensis*, *Thalassiosira gracilis*, *Thalassiosira lentiginosa* und *Thalassiothrix antarctica*. Sie wurden von Kozlova als sehr gut konservierbar klassifiziert; die von uns außerdem gefundenen Arten *Actinocyclus actinochilus*, *Asteromphalus hyalinus*, *Asteromphalus hookeri* und *Nitzschia angulata* wurden von ihr als gut konservierbar eingestuft.

Nach den im vorherigen Kapitel (4.2.2) dargestellten Verbreitungsmustern zu schließen, war ein kleiner Teil der Zellen dieser Arten vermutlich aus dem Meereis meist in schlechtem physiologischen Zustand oder als leere Schalen in die Wassersäule des Wirbels bzw. des Küstenstroms herausgefallen. Viele Arten, die in unseren Proben aus der Wassersäule darunter geschädigt aussahen bzw. verschwanden, traten im nördlichen Packeis häufiger als im südlichen auf und lagen auch im Packeis zum großen Teil als leere oder lädierte Zellen vor (Bartsch 1989). Die oben aufgezählten Arten wurden vermutlich durch die beiden beschriebenen Mechanismen im Weddellwirbel und in der Polynya verteilt. Deren leere Schalen lösen sich im Vergleich zu anderen Arten langsamer auf und wurden deshalb relativ häufiger auch im Süden, in der Polynya und im Tiefenwasser angetroffen. Vermutlich war ein Teil dieser leeren Zellen schon für längere Zeit in der Wassersäule suspendiert.

Die Arten, die sowohl im Norden als auch in der südlichen Wirbelflanke sowie in der Küstenpolynya verbreitet waren, erschienen vital. Zu dieser Gruppe gehörten die meisten pennaten Algen, die kleinen Flagellaten, die großen und kleinen Dinoflagellaten, sowie die Ciliaten und *Myrionecta rubra*. Die in der Küstenpolynya im Winter von den Thalassiosiraceae und der *Nitzschia-Fragillariopsis* Gruppe festgestellten toten Zellen stammten vermutlich aus dem Eis.

#### Dauerstadien im Protistenplankton im Spätwinter

Im Weddellwirbel und in der Küstenpolynya wurden im Spätwinter wenige Dauersporen von *Eucampia balaustium*, *Odontella weissflogii*, *Thalassiosira antarctica*, unbestimmten Thalassiosiraceae Arten sowie Dauersporen von *Stellarima microtrias*, die bei dieser Art ca. ein Drittel der Anzahlen der vegetativen Zellen ausmachten, festgestellt. Die meisten Sporen von *Odontella weissflogii* und alle Sporen von *Thalassiosira antarctica*, sowie viele der *Eucampia balaustium* Zellketten mit Dauersporen waren leer. Bei der letzten Art war eine Unterscheidung von lebenden Sporen aufgrund der dicken Sporenwände schwierig, deshalb ist die Zahl der leeren Sporen vermutlich unterschätzt. Dauersporen der gleichen Arten wie in der Wassersäule

und außerdem Sporen von *Chaetoceros neglectum* und *Chaetoceros* Typ a wurden während unserer Expedition von Bartsch (1989) auch im darüberliegenden Eis festgestellt. Sie macht jedoch keine Angaben über die Sporeninhalte. Alle Sporen waren im Vergleich zu den Zellzahlen der entsprechenden vegetativen Zellen im Eis ebenfalls in geringen Konzentrationen vorhanden. Fryxell (1989) beschrieb für die nördliche Eisrandzone im westlichen Weddellmeer Sporenbildung von *Stellarima microtrias* und von *Eucampia balaustium* im Herbst, jedoch nicht im Frühjahr. Garrison und Buck (1985) beschrieben an der Eiskante im südwestlichen und südlichen Weddellmeer im Spätsommer nur von den Arten *Odontella weissflogii* und *Eucampia balaustium* Dauersporen sowohl im Meereis als auch im Wasser, jedoch waren diese Arten dort nicht sehr abundant. Nöthig (1988) stellte im Spätsommer im Gebiet vor dem Drescher Inlet Dauersporen von *Chaetoceros neglectum*, *Chaetoceros* Typ a (Sektion *Hyalochaete*), *Eucampia balaustium* und *Thalassiosira* spp. fest. Von den ersten drei Arten wurden von ihr keine oder sehr wenig vegetative Zellen in der Wassersäule gefunden, die Anzahlen aller Sporen nahmen zum Sommerende leicht zu. Dauersporenbildung der Diatomeen in der Wassersäule oder im Eis scheint nach unseren Ergebnissen und den Untersuchungen von Nöthig (1988) und Fryxell (1989) vorwiegend im Herbst stattzufinden. Auch die in relativ großen Anzahlen festgestellten Dauersporen von *Stellarima microtrias* könnten bereits viel früher im Herbst oder im Winter im Eis gebildet worden sein, um im Laufe des Winters von dort nach und nach in die Wassersäule zu gelangen.

Dauersporenbildung ist bisher von vielen zentrischen und nur sehr wenigen pennaten Diatomeen - ausschließlich Süßwasserarten - beschrieben worden (Hargraves und French 1983). Die Sporenbildung äußert sich in einer deutlichen Änderung der Zellmorphologie und des Zellstoffwechsels. Die Zellwände werden verdickt, die Struktur des Protoplasten wird umorganisiert und Reservestoffe werden eingelagert (Garrison 1984). Im Unterschied zu Dauersporen besitzen physiologische Ruhezellen keine oder geringfügige schalenmorphologische Unterschiede zu den vegetativen Zellen (Garrison 1984) und das Cytoplasma ist als dichte Masse konzentriert (Sicko-Goad et al. 1989). Physiologische Ruhezellen können durch eine Zellteilung wieder in den aktiven Zustand übergehen, wohingegen Dauersporen erst keimen müssen (Hargraves und French 1983). Der Kenntnisstand über Dauersporen und Ruhe- oder Dauerzellen ist noch sehr ungenügend. Es ist zu vermuten, daß zwischen Dauersporen und Dauerzellen Übergänge existieren. Zum Beispiel werden von *Eucampia balaustium* und *Stellarima microtrias* bestimmte sporenenähnlich aussehende Morphotypen in der taxonomischen Literatur zum Teil nicht als Dauersporen, sondern als Dauerzellen bezeichnet.

Vermutlich existieren auch physiologische Ruhe- oder Dauerstadien, die sich nicht einmal durch veränderte Protoplastkonfigurationen, sondern nur durch physiologische und biochemische Charakteristika unterscheiden lassen. Bisher sind physiologische auch optisch unterscheidbare Ruhestadien vorwiegend an Süßwasserarten beschrieben worden (Sicko-Goad et al. 1989). Palmisano und Sullivan (1982) konnten im McMurdo Sound bei der Eisalge *Nitzschia cylindrus* zeigen, daß diese Art während eines simulierten Herbst-Winter Übergangs ihre Stoffwechselraten reduzierte und Speicherstoffe einlagerte und sich somit in Ruhezellen umwandelte. Die von Bartsch (1989) während unserer Expedition durchgeführten physiologischen Untersuchungen zur Temperatur- und Salzgehaltstoleranz von drei im Meereis lebenden Diatomeenarten ergaben, daß diese Arten bei extrem hohen Salzgehalten und niedrigen Temperaturen, die in den Laugenkanälen in bestimmten Zonen des Eises existieren können (Maykut 1985, Eicken und Lange 1989), aufhörten zu wachsen. Nach dem Wechsel zu etwas moderateren Bedingungen begannen sie jedoch, sich wieder zu teilen. Diese Zellruhephasen könnten durchaus distinkte physiologische Ruhestadien sein. Ein Übergang in physiologische Ruhestadien könnte im Eis und in der Wassersäule im Winter auch durch Lichtmangel bedingt durch kurze Tageslängen und Eisbedeckung hervorgerufen werden. Vermutlich treten im Winter im Meereis und auch in der Wassersäule bei mehreren Diatomeenarten Ruhestadien auf, die sich morphologisch nicht oder kaum von den vegetativen Zellen unterscheiden lassen.

Außer den erwähnten als Sporen erkannte Formen wurden in unseren Proben von vier zentrischen Arten und einer pennaten Art ungewöhnlich kleine als Hungerformen bezeichnete Zellen gefunden. Diese werden als spezialisierte Überwinterungsformen in der Winterwassersäule oder im Eis betrachtet und könnten eventuell physiologische Ruhestadien sein. Auf diese kleinen Zellen und auf Dauersporen und Dauerzellen soll im Kapitel 4.5 näher eingegangen werden.

Dauer- oder Ruhestadien von Arten aus anderen Gruppen wurden im Spätwinter sehr vereinzelt registriert. Im Eisrandgebiet wurden einzelne Cysten von oligotrichen Ciliaten (Reid 1987)

festgestellt. Diese fehlten im südlichen Wirbel und im Polynyagebiet. Im Wirbel vereinzelt und ganz selten in der Küstenpolynya wurden verschiedene Zellen gefunden, die wahrscheinlich Ruhestadien oder Cysten des heterotrophen Dinoflagellaten *Polykrikos* sp. oder von nahe verwandten Gattungen sind (Abbildungen 56 und 57; Nöthig, Gaines pers. Mitteilung).

Im östlichen Weddellwirbel und in der Polynya wurden in geringen Dichten meist leere Chrysophyceencysten aus der Familie der Archaeomonadiceae (Deflandre 1932) nachgewiesen. Diese Familie gehört zu den Chrysophyceae, rezente Formen treten in der Antarktis im Meereis auf (Mitchell und Silver 1982). Sie waren offensichtlich aus dem Eis ins Wasser gesunken, denn diese Chrysophyceencysten wurden von Gersonde (1986) im Sommer im Meereis im südöstlichen und südlichen Küstengebiet und von Bartsch (1989) während unserer Expedition im Küstenpolynyagebiet und im Packeis in Konzentrationen von mehreren Tausend und bisweilen mehreren Millionen Zellen/l festgestellt. Ganz selten wurden von uns ca. 4 µm große Cysten aus der ebenfalls zu den Chrysophyceae gehörenden Familie der Parmales (Booth und Marchant 1987) gefunden. Die Herkunft der im Wirbel und in der Küstenpolynya sehr vereinzelt festgestellten größeren (ca. 8 µm) Cysten ist bisher ungewiß. Silver et al. (1980) vermuten, daß dies Choanoflagellatencysten sind.

#### Anzeichen für die Aktivität der heterotrophen Protisten im Spätwinter

Im Weddellwirbel und in der Küstenpolynya wurden einzelne athekate Dinoflagellaten und seltener oligotriche nackte Ciliaten mit ingestierten Diatomeenzellen gefunden. Hohe Dichten von diesen fressenden Zellen (mehrere hundert bis einige Tausend/l) wurden nur in den Unter-eiswasserschichten mit akkumulierten Eisplättchen - im südlichen Polynyagebiet und im Drescher Inlet (nur nach Schmelzbeginn beprobt) - angetroffen. In den Festeisproben wurden auf unserer Expedition von Bartsch (1989) holotrich bewimperte Ciliaten in Dichten bis zu mehreren Tausend Zellen/l festgestellt. Fressende Ciliaten wurden auch von anderen Untersuchern im Weddellmeer festgestellt: Fenchel und Lee (1972) isolierten aus vor dem Filchner-Eisschelf (südliches Weddellmeer) unter der Oberfläche flottierendem Eisbrei oder Eisplättchen fünf Species von holotrichen Ciliaten. Diese fraßen Nanoflagellaten, Dinoflagellaten, Ciliaten und pennate Diatomeen, die in dieser Schicht zu hohen Dichten herangewachsen waren. Corliss und Snyder (1986) isolierten aus Festeis-, Eisbrei- und Wasserproben aus dem westlichen Weddellmeer mehrere holotriche und oligotriche alorikate Ciliaten, von denen die Mehrheit - u.a. auch sehr kleine Formen - Diatomeen und/oder Dinoflagellaten ingestiert hatte. Dagegen traten während unserer Untersuchungen die auf Diatomeennahrung spezialisierten Dinoflagellaten aus der Gattung *Protoperdinium* (Jacobson und Anderson 1986) in sehr geringen Dichten in der Wassersäule und im Meereis (Bartsch 1989) auf.

Kleine Kotballen bestehend aus leeren intakten Diatomeenzellen wurden in der Wassersäule im ganzen Gebiet vereinzelt festgestellt; in der südlichen Polynya wurden sie etwas häufiger angetroffen. Diese Kotballen werden nach Nöthig und Bodungen (1989) mit hoher Wahrscheinlichkeit von heterotrophen athekatem und thekatem Dinoflagellaten, von alorikaten Ciliaten und Radiolarien produziert. Buck et al. (1990) stellten an der Meereiskante im nordwestlichen Weddellmeer einen großen phagotrophen Dinoflagellaten fest. Er produzierte kleine Kotballen, die vorwiegend intakte Schalen von *Nitzschia cylindrus* enthielten. Der Dinoflagellat war stark an das Eis assoziiert, denn er wurde, wie auch die Kotballen, im Eis in Konzentrationen von etwa 20000 Zellen/l und in der Wassersäule darunter nur noch von etwa 5 Zellen/l festgestellt. Nach unseren Ergebnissen und denen der anderen Autoren war ein großer Teil der kleinen Kotballen in unserem Untersuchungsgebiet vermutlich von stark eisassoziierten Formen produziert worden, die die Plättcheneisschicht, die Schicht unmittelbar unter dem Meereis oder das Festeis der freien Wassersäule vorzogen. Dort entwickelten sie sich schneller, weil die Diatomeendichten wesentlich höher als in der freien Wassersäule waren. Viele der in der freien Wassersäule gefundenen kleinen Kotballen waren vermutlich aus dem Eis bzw. der Plättcheneisschicht herausgesunken. Die in der Wassersäule vorhandenen kleinen Einzeller trugen zu einem geringeren Teil dazu bei.

Ca. 10 bis 15 µm große, gelblich-grüne Partikel wurden im Wirbel und in der Polynya regelmäßig in niedrigen Konzentrationen festgestellt. Diese Partikel ähnelten den Partikeln, die als "olive green cells" bezeichnet worden waren, und von Gowing und Silver (1985) als kleine Kotballen - Minipellets - identifiziert wurden. "Olive green cells" wurden oft häufiger kurz über oder nur unter der Pyknokline festgestellt. Dies könnte auf ein Absinken hinweisen, oder auf den Horizont der Produktion dieser Minipellets.

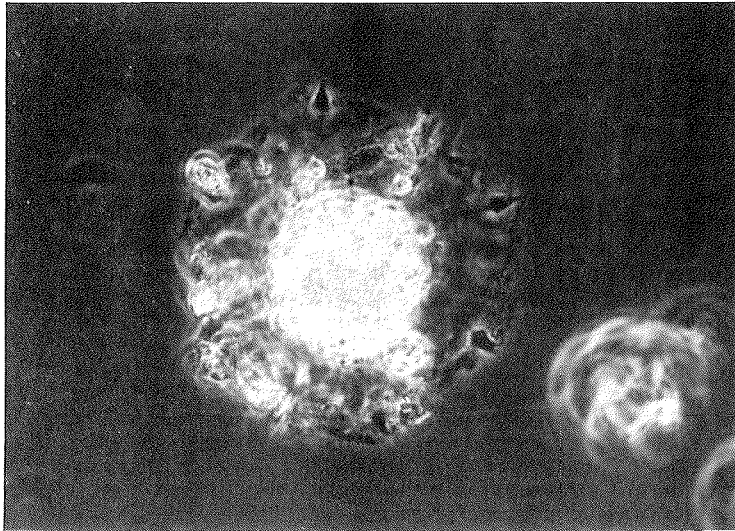


Abb 56: Cyste (?) oder Ruhestadium (?), Durchmesser 150 μm

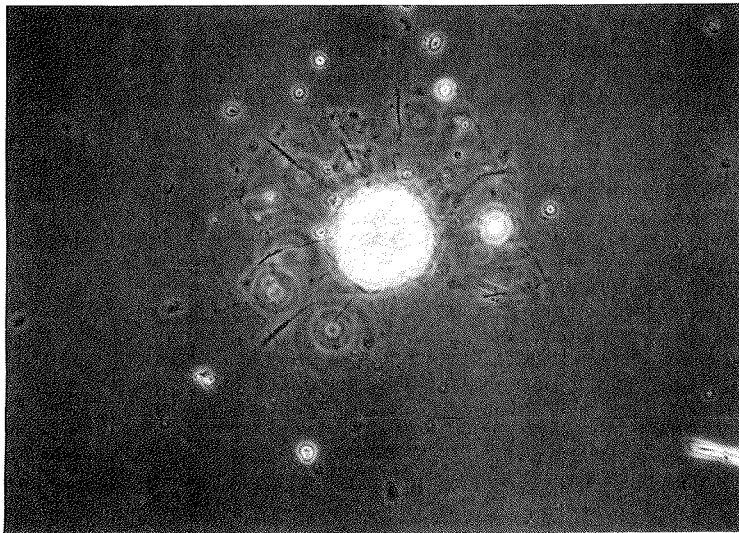


Abb 57: Cyste (?) oder Ruhestadium (?), Durchmesser 120 μm

Die heterotrophen Einzeller *Stycolonche* sp. (Heliozoa), *Challengeron bicorne*, *Challengeron* sp., *Protocystis* sp. (Phaeodarea, Radiolaria) und *Neogloboquadrina pachyderma* (Foraminiferida) wurden regelmäßig im Oberflächenwasser und im Tiefenwasser angetroffen. Von *Challengeron* sp. und *Protocystis* sp. wurden im Weddellwirbel und im Küstenpolynya-gebiet oft in den Anreicherungsproben aus ca. 300 m Tiefe Individuen gefüllt mit diesen "olive green cells" festgestellt. Gowing und Silver (1985) konnten durch Ultrastrukturanalysen der Minipellets und der Protisten, die diese Partikel enthielten, unter anderem Phaeodarea als Produzenten dieser "olive green cells" nachweisen. Bei *Stycolonche* sp. und *Neogloboquadrina pachyderma* konnten in unseren Proben nie irgendwelche als Kotballen erkennbare Inhalte festgestellt werden. Von den in der Wassersäule gefundenen großen Protisten wurde nur *Neogloboquadrina pachyderma* von Bartsch (1989) im darüberliegenden Meereis gefunden. Spindler und Dieckmann (1986) geben in ihren Untersuchungen als Orte der höchsten Abundanzen dieser Foraminifere die unteren Eishorizonte an. Dies würde bedeuten, daß von dieser Art produzierte Kotballen relativ leicht in die Wassersäule gelangen können. Die Möglichkeit, daß sich auch kleinere heterotrophe Einzeller wie Ciliaten, Tintinnen und Dinoflagellaten im Pelagial von Flagellaten ernährten und ebenfalls "olive green cells" produzierten, oder daß diese kleinen Kotballen zum Teil von Nauplien und Copepoditen stammten, besteht ebenfalls und wird auch von Gowing und Silver (1985) nicht ausgeschlossen. Während unserer Expedition stellte Franz (1988) im Spätwinter in den oberen 200 m Bestände von zumeist kleinen Copepoden, Copepoditen, Nauplien und Eiern fest, die nicht wesentlich niedriger als die Vorblütenbestände in gemäßigten Gebieten waren. Viele Weibchen produzierten Eier, wofür sie jedoch ihre im vergangenen Frühjahr oder Sommer angelegten Lipidreserven nutzten (Franz 1988, Hagen 1988). Die regelmäßig festgestellten Minipellets stammten vermutlich vorwiegend aus dem Wasser. Die mit Pellets gefüllten Protozoa sowie die von Norden nach Süden deutlich zunehmenden Zahlenverhältnisse der großen heterotrophen Einzeller (große heterotrophe Dinoflagellaten und Ciliaten) zu den Diatomeen sprechen dafür, daß sich viele Heterotrophe auch bei den gemessenen äußerst niedrigen Nahrungskonzentrationen im Pelagial ernähren konnten.

Die im Weddellwirbelgebiet und in der Polynya im Oberflächenwasser und auch in der Tiefe regelmäßig festgestellten Teile und angelösten Reste von Krillkotschnüren gelangten offensichtlich teilweise während des Winters aus der Schicht unmittelbar unter dem Eis in die freie Wassersäule. Marschall (1988) beobachtete während unserer Expedition im ganzen eisbedeckten Untersuchungsgebiet zahlreiche Individuen von *Euphausia superba*, die mit ihrem Thorakalkorb die Eisalgen von der Unterseite des Meereises abschabten. Durch die so produzierten Kotschnüre gelangten deshalb im Winter partikuläre organische Substanz und meist zerkleinerte Diatomeenschalen in das Pelagial. Dies stellte eine zusätzliche potentielle Nahrungsquelle für pelagische Konsumenten dar. Ein Teil der im Winter gemessenen POC- und PON Gehalte ist vermutlich auf diese Faeces zurückzuführen.

#### Die Struktur der winterlichen Protistenplanktongesellschaft

Die Zusammensetzung der Protistenplanktongesellschaft in der Oberflächenschicht veränderte sich auf dem Nord-Süd-Schnitt von einer Diatomeengesellschaft zugunsten einer deutlich von Flagellaten dominierten Gesellschaft im südlichen Weddellwirbelgebiet und im Küstenpolynya-gebiet. Die Dominanzen der Dinoflagellaten und Flagellaten im eisbedeckten Weddellmeer waren nur in den Gebieten zugunsten der Diatomeen verschoben, in denen verstärkte Zufuhr von Zellen aus der Untereiswasserschicht bzw. von Norden erfolgte

In allen Gebieten waren im Vergleich zu den Konzentrationen der vegetativen Ciliatenzellen, der *Polykrikos* Zellen und der vegetativen Diatomeenzellen die Konzentrationen der entsprechenden Dauerstadien sehr niedrig. Auch die Konzentrationen der Cysten, die nicht bestimmten vegetativen Formen zugeordnet werden konnten, waren äußerst gering. Die wenigen festgestellten meist leeren Chrysochloecysten stammten, mit großer Wahrscheinlichkeit aus dem Eis. Dies zeigt, daß die Wassersäule unter dem Meereis von einer aktiven Gesellschaft besiedelt war.

In der Arktis und in gemäßigten Gebieten wurden Winter- und Frühjahrsgesellschaften mit niedrigen Biomassen beschrieben, deren Formenzusammensetzungen der von uns im Weddellmeer angetroffenen Gesellschaft sehr ähnlich waren. In der Arktis wurden von Braarud (1935), von Horner und Schrader (1982) und von Gradinger (1986) im Wasser unter dem Packeis vor Beginn der Meereisschmelze Phytoplanktongesellschaften in geringen Dichten

hauptsächlich bestehend aus kleinen Flagellaten und Dinoflagellaten festgestellt. Erga und Heimdal (1984) fanden im Frühjahr vor dem Beginn der Diatomeenblüte in einem norwegischen Fjord eine von kleinen Flagellaten dominierte Gesellschaft und hohe Dichten von alorikaten oligotrichen Ciliaten. Leppänen und Kononen (1988) stellten in der nördlichen Ostsee vor Beginn der Diatomeenfrühjahrsblüte eine von kleinen Flagellaten und kleinen nackten Dinoflagellaten dominierte Gesellschaft mit niedrigen Biomassen fest. Gonzales et al. (1989) zeigten, daß im Winter in der Concepcion Bay (Chile) eine Flagellatengesellschaft mit niedrigen Biomassen existierte, die im Frühjahr ungefähr gleich blieb, und die von der sich dann entwickelnden Diatomeengesellschaft überlagert wurde. Im Saanich Inlet (Kanada) fanden Takahashi et al. (1978) eine von Nanoflagellaten und auch Dinoflagellaten dominierte Wintergesellschaft mit niedrigen Biomassen. Die Flagellaten hatten sich unter der Oberfläche angereichert, und konnten so vermutlich die geringen Lichtmengen besser ausnutzen. Die Hauptkomponenten des Mikrozooplanktons im Saanich Inlet waren oligotriche alorikate und lorikate Ciliaten, Metazoa-Nauplien und *Myrionecta rubra* (Takahashi und Hoskins 1978). *Myrionecta* gehört wegen ihrer photosynthetisierenden Endosymbionten zu den autotrophen Formen und scheint ein wichtiger Bestandteil dieser Winter- Frühjahrsgesellschaften zu sein. Montagnes und Lynn (1989) stellten im Gulf of Maine die größten Zellabundanz dieser Art im Spätwinter und zeitigen Frühjahr fest. *Myrionecta rubra* ist nach einer Zusammenstellung von Crawford (1989) eine typische Frühjahrsform und kann in bestimmten Gebieten außerdem im Sommer große Blüten aufbauen. In der Framstraße (Arktis) stellte Gradinger (1986) in der Flagellatengesellschaft unter dem Packeis *Myrionecta rubra* als einen der dominanten Plankter fest. Im Herbst fand Klöser (1990) *Myrionecta* nordwestlich der antarktischen Halbinsel nur in eisbedeckten Gebieten unter der Oberfläche. Er vermutet, daß sich diese Form durch ihre Schwimmfähigkeit in durch Schmelzwasser beruhigten Bereichen unter dem Eis halten und so das Licht optimal ausnutzen kann. Große und kleine Zellen von *Myrionecta rubra* wurden während unserer Expedition im Spätwinter im Packeisgebiet und in der Polynya angetroffen und waren häufig in den oberen Horizonten der Wassersäule höher konzentriert als darunter. Eine Anreicherung von *Myrionecta rubra* in oberflächennahen Schichten wurde auch von Takahashi und Hoskins (1978) und Gradinger (1986) beobachtet.

Die Flagellatengesellschaft im Weddellmeer existierte in wesentlich geringeren Dichten als in gemäßigten Gebieten. Nur in der Arktis wurden in der westlichen eisbedeckten Beaufort See bzw. im eisbedeckten Ostgrönlandstrom von Horner und Schrader (1982) und Gradinger (1986) ähnlich niedrige Chlorophyllkonzentrationen und Zellzahlen festgestellt. Die Struktur dieser Wintergesellschaften ähnelt den regenerierenden Gemeinschaften im Sommer bzw. denen in oligotrophen Gewässern.

#### 4.3 Der Übergang vom Winter zum Frühjahr im Pelagial

##### 4.3.1 Die Änderungen des physikochemischen Umfeldes im Frühjahr

*Zusammenfassung:* Der Schmelzbeginn ab Mitte November äußerte sich in einer deutlichen Veränderung der Struktur und großskaligen Morphologie des Meereises und der Schneeeauflage. Die Grenze des Tiefenwassers des Weddellwirbels (**wDDW**) bestimmte noch im Dezember die nördliche Ausdehnung der Meereisdecke. Die Veränderung des Albedos, die Abnahme der Salzgehalte, die Zunahme der Nährsalzgehalte und Temperaturen sowie die Vergrößerung des interstitiellen Raumes ermöglichten die Entwicklung von großen Algenbeständen im Eis. Die Strukturierung des Pelagials wurde wie im Winter durch die Hydrographie und das Meereis bestimmt. Im Verlauf der Schmelze nahm der Einfluß des Meereises zu. Durch Schmelzwasserzufuhr änderten sich die physikalischen und chemischen Eigenschaften in der Oberflächenschicht. Sie förderte die Ausbildung von Deckschichten und den Eintrag von Zellen in die Wassersäule. Bedingt durch die Hydrographie waren die Änderungen bis mindestens Anfang Dezember im Weddellwirbelgebiet ausgeprägter als in der Küstenpolynya, da in der Polynya interne Schelfrandwellen, Wind und das Aufsteigen von Schelfeisschmelzwasser, sowie die schnelle Entsalzung des Eises den raschen Aufbau einer seichten warmen Deckschicht verhinderten. An der nördlichen Eiskante wurde durch die geringen Dichteunterschiede zwischen zirkumpolarem Wasser und Schmelzwasser aus dem



Weddellwirbel die Ausbildung flacher Deckschichten verzögert. In der Untereiswasserschicht konnten sich auch nach Schmelzbeginn stabile Gradienten zwischen Untereissschicht und freier Wassersäule nur in den durch Plättchen geschützten Bereichen aufbauen.

Dem Fahrtverlauf folgend soll zuerst auf die Situation in der Küstenpolynya und anschließend auf den Weddellwirbel eingegangen werden.

Die Meereisbedingungen in der Küstenpolynya und im Weddellwirbel im Frühjahr

Im Küstenpolynyagebiet wurde das Eis ab Mitte November weich (Eicken et al. 1988). Im östlichen Weddellwirbel schmolz das Packeis seit der ersten Novemberwoche. Die weichen schmelzenden Schollen persistierten nach den fortlaufenden Messungen zu schließen jedoch bis Ende Dezember (Hoerber und Gube-Lenhardt 1987). Das Eis baute sich offensichtlich nur sehr langsam ab. Nach Satellitenbeobachtungen von Zwally et al. (1983) zieht sich das Packeis bis Ende Dezember auf die westliche Hälfte des Weddellmeeres zurück. Weiches Packeis, das nach unseren Beobachtungen ein ideales Substrat für Eisalgen- und Planktonalgenwachstum bot, und deshalb dunkel gefärbt war, existiert demnach zu Frühjahrsbeginn in großen Gebieten für mehrere Wochen.

Auch während der Schmelze im Dezember dehnte sich das Eis wie im Spätwinter bis zum nördlichen Rand des Weddellwirbels bei 58° S aus. Das Verteilungsmuster des kalten Warmen Tiefenwassers (**cWDW**, "cold regime"), das nach Bagriantsev et al. (1989) in der Eisausdehnung und im Eisrückzugsmuster reflektiert werden soll, bestimmte noch Anfang Dezember die nördliche Ausdehnung des Packeises.

Temperatur und Salzgehaltsbedingungen in der Küstenpolynya im Frühjahr

Nach Schmelzbeginn bildete sich in der Küstenpolynya eine Deckschicht sehr zögernd aus. Die Süßwasserzufuhr durch Schelfeisschmelzwasser übte vor und nach Schmelzbeginn in Schelfeisnähe zeitweise einen stärkeren Effekt auf die Erniedrigung der Oberflächensalzgehalte aus als die Brackwasserzufuhr bis Ende Dezember aus dem Meereis. Warmes Tiefenwasser wurde - durch die Temperatur- und Salzgehaltsverteilungen erkennbar - weiter durch Schelfrandwellen auf den Schelf und an die Oberfläche gemischt. Dies wurde wieder durch die Messungen der verankerten Strömungs- und Temperaturmesser bestätigt (Fahrbach und Rohardt 1988).

Die Messungen der ausgebrachten Argosbojen im Eis zeigten, daß die Winde im Polynya- und im Packeisgebiet zumindest bis Ende Dezember nicht abnahmen (Hoerber und Gube-Lenhardt 1987, Kottmeier und Hartig 1988). Auch Messungen, die von 1981 bis 1987 auf der an der Schelfeisküste auf 70°30' S und 8° W gelegenen Georg von Neumeyer Station durchgeführt wurden, zeigen, daß mit dem Schmelzbeginn keine Windabnahmen einhergehen (Gube-Lenhardt and Obleitner 1986, Gube-Lenhardt 1987, Helmes 1989). Die Windrichtungen änderten sich nach Novembermitte nicht, und die vorherrschenden Südostwinde hielten die Polynya weiterhin offen (Engelbart 1988). Windeinwirkungen konnten neben Schelfrandwellen deshalb ebenfalls zur Verzögerung eines Schichtungsbaus beitragen. Die einsetzende rapide Entsalzung der Schollen (Eicken und Lange 1989) bedeutete, daß gleich nach Schmelzbeginn relativ salzreiches Wasser aus den Salzlaugenkanälen in die Oberflächenschicht gelangte. Somit floß erst später bei fortschreitendem Abschmelzen der Eiskristalle selbst salzarmes Wasser in die Wassersäule. Die Ausbildung von Deckschichten würde demnach kurz nach Schmelzbeginn sogar eher gehemmt und erst später gefördert.

Temperatur und Salzgehaltsbedingungen im Weddellwirbel im Frühjahr

Erst auf dem Rückweg wurde auf den hochozeanischen Stationen des Schnittes durch den Wirbel (ab Station 638) der langsame Aufbau einer sommerlichen Schichtung durch Schmelzwasserzufuhr beobachtet. Die weiter fortgeschrittene Stabilisierung dieser Deckschicht konnte auch an den Verteilungen von Phytoplanktonzellzahlen und Chlorophyllkonzentrationen erkannt werden. Auf der nördlichsten am Rand des Weddellwirbels gelegenen bereits eisfreien Station 650 waren die Phytoplankter wieder gleichmäßiger verteilt, denn die ausgesübte Schicht reichte über die gesamte Oberflächenschicht. Im Gegensatz zur Hinfahrt reichte das kalte Weddell-Winterwasser (**WW**) nur bis 58° 30' bzw. 59° S (Station 649). Im Winter war Weddell-Winterwasser bereits auf 57° 50' S angetroffen worden. Der Übergang vom warmen Tiefenwasser des Weddellmeeres (**WDW**) zum zirkumpolaren Tiefenwasser (**CDW**) war jedoch

wie im Winter durch einen Temperaturunterschied von 0,5° C gekennzeichnet, und lag zwischen 58° und 59° S.

Im Eiskantengebiet war der Unterschied des Mischwassers unter der Oberfläche aus Eisschmelz- und Weddell-Winterwasser zum im Norden gelegenen relativ salzarmen und warmen zirkumpolaren Oberflächenwasser (**AASW**) nur gering. Dies führte wahrscheinlich auf der nördlichsten Station zur Einmischung von Zirkumpolarwasser von Norden über die gesamte Oberflächenschicht und zur Zerstörung der sich ausbildenden schmelzwasserbeeinflussten flachen Deckschicht. Die nördlichste Frühjahrsstation kann deshalb aufgrund der Temperatur- und Salzgehaltscharakteristika (Hellmer und Bersch 1985) als eine Übergangsstation angesehen werden, in deren Oberflächenschicht eine Mischung aus Weddell-Winterwasser, Schmelzwasser und zirkumpolarem Oberflächenwasser vorlag. Die Frontenzone zwischen dem Zirkumpolarstrom (**ACC**) und dem Weddellwirbel war deshalb zur Zeit der Eisschmelze nach Süden verschoben.

Das kalte Winterwasser (**WW**), das im Weddellwirbel unter der schmelzwasserbeeinflussten Deckschicht lag, war auf der südlichen Flanke salzhaltiger als auf der nördlichen. Dies bedeutet, daß auch nach Schmelzbeginn weiter zirkumpolares Oberflächenwasser von Nordwesten in die gesamte nördliche Wirbelflanke gelangte.

#### Temperatur und Salzgehaltsbedingungen in der Untereiswasserschicht im Frühjahr

In der Untereiswasserschicht, die im Frühjahr im südöstlichen Polynyagebiet und in der südlichen Wirbelflanke beprobt worden war, wurden nur auf den Stationen im Drescher Inlet (Gruppe 4) deutlichere Salzgehaltserniedrigungen und Temperaturerhöhungen gemessen (Fahrbach et al. 1987). Stabile Gradienten zwischen Untereissschicht und freier Wassersäule durch Schmelzwassereinfluß konnten sich offensichtlich nur in geschützten Untereissschichten, wie im Drescher Inlet durch die Eisplättchen bewirkt, aufbauen.

#### Nährsalzkonzentrationen im Weddellwirbel und in der Küstenpolynya im Frühjahr

Die Verminderung der Nährsalzkonzentrationen in den schmelzwasserbeeinflussten oberen Horizonten war offensichtlich durch die Zufuhr von Schmelzwasser und nur zum geringsten Teil durch Algenwachstum in der Wassersäule bedingt. Denn die Chlorophyllkonzentrationen in diesen Horizonten lagen nur um 0,1 bis 0,2 µg/l und entsprachen somit nicht den fehlenden Nährsalzmengen. In den schmelzwasserbeeinflussten Oberflächenschichten waren die Nährsalz/Salz Verhältnisse niedriger als im unvermischten Winterwasser. Das gleiche Phänomen wurde von Clarke und Ackley (1984) im Packeis des östlichen Weddellmeeres beobachtet, die Nährsalz/Salz Verhältnisse im Eis waren niedriger als im Meerwasser. Da auch die Silikatkonzentrationen erniedrigt waren, führen sie dies auf Diatomeenwachstum zurück. Algenwachstum hatte im Jahr unserer Untersuchungen wahrscheinlich während des ganzen Winters im Eis stattgefunden (Bartsch 1989) und nahm wie beschrieben kurz nach Einsetzen der Schmelze rasant zu. Die Nährsalzerniedrigungen im Schmelzwasser waren deshalb vermutlich durch vorherige Aufnahme durch Algen im Eis verursacht worden.

Während des Süd-Nord-Schnittes durch das östliche Weddellmeer waren die Nitrat- und die Silikatkonzentrationen im Winterwasser insgesamt betrachtet etwas höher (ca. 5 %) als im Spätwinter; auch schwankten die Silikatgehalte nicht so sehr wie auf dem Hinweg. Wenn die im zweiten Diskussionskapitel (4.2.1) aufgeführte Vermutung zutrifft, daß die Remineralisierung der Nährsalze, bzw. die Zufuhr von nährsalzreichem Wasser aus dem **WDW** im Spätwinter noch nicht abgeschlossen war, würden die etwas höheren und gleichförmigeren Nährsalzkonzentrationen im **WW** im Frühjahr das Fortschreiten dieser Prozesse während der vergangenen zwei Monate anzeigen.

Die Ammoniumgehalte waren im Weddellwirbel insgesamt ca. zehnmal so hoch wie im Küstenstrom. Nach der Schmelze waren die Konzentrationen auf einigen Stationen in der Küstenpolynya (um ca. 0,05 µmol/l) und auf allen Stationen im Wirbel in den oberen Horizonten, wo Schmelzwasser eingemischt worden war, teilweise um 0,1 bis 0,3 µmol/l erhöht. Die Konzentrationsanstiege des Ammoniums entsprachen nicht den im Schmelzwasser gemessenen Konzentrationsabnahmen der Nitratgehalte von 1 bis 3 µmol/l. Das meiste fehlende Nitrat lag offensichtlich als Biomasse vor, die zuvor im Meereis aufgebaut worden war. Auch die Gehalte an durchsichtigen Flocken schleimiger Konsistenz waren in den Proben aus

den ammoniumreichen Horizonten höher als darunter. Die höheren Ammoniumkonzentrationen im Schmelzwasser waren nach den gleichzeitig hohen Flockenkonzentrationen zu schließen eventuell durch heterotrophe Aktivität i. e. Remineralisierung verursacht worden.

#### 4.3.2 Der Ursprung der Saatzellen für die Phytoplanktonpopulationen des Frühjahrs

*Zusammenfassung:* Die von der Wassersäulenstruktur entkoppelten Profilverläufe der Chlorophyll- und Zellkonzentrationen zeigten, daß die Zunahme der Biomasse nach Schmelzbeginn durch Zufuhr aus dem Eis bedingt war. Aufgrund der hohen Biomassen im Meereis war ein verstärkter Eintrag von Diatomeen möglich, der eine Verschiebung der Konzentrationsverhältnisse zuungunsten der Flagellaten bewirkte. Die erhöhten Diatomeendichten zeigten den Übergang von regenerierenden Systemen zu Blütensystemen an. Ins nordöstliche Weddellmeer wurden weiterhin durch Advektion Diatomeen aus dem eisfreien Nordosten eingetragen, jedoch weniger als im Spätwinter. Diese zirkumpolaren Arten können nach Frühjahrsbeginn ebenfalls als Saatzellen für Blüten im Weddellmeer dienen. Besonders für die Populationen am nördlichen Eisrand stammten die Saatzellen nicht allein aus dem Meereis, sondern auch aus den nördlich davon gelegenen Wassermassen. Auch nach Schmelzbeginn bauten sich nur in geschützten Untereisschichten hohe Algenbestände auf, die anschließend als Saatzellen in die Wassersäule gelangen konnten. Nur ein Teil der aufgrund der "Frühbeefunktion" des Meereises und der Plättcheneisschicht vermehrt ins Wasser gelangenden Zellen und der aus dem Zirkumpolarstrom eingetragenen Zellen konnte als Saatzellen für Phytoplanktonpopulationen dienen, da die Ausbildung von flachen Deckschichten nur langsam einsetzte, bzw. in der Küstenpolynya und am nördlichen Eisrand stärker verzögert war. Der Rest sank aus der Oberflächenschicht heraus oder wurde vermutlich von den relativ großen Protozoenbeständen gefressen. Dagegen war der Verlust durch die Fressaktivität der herbivoren Crustaceen zum Frühjahrsbeginn vermutlich nicht sehr hoch, da die Copepodenbestände noch klein waren und der Krill nur an der Meereisunterseite fraß.

##### Das Küstenpolynyagebiet

Nach Schmelzbeginn entsprachen die Chlorophyllverteilungsmuster in der südöstlichen Küstenpolynya nicht den Mustern der horizontalen und vertikalen Verteilung der Salz- und Nährsalzkonzentrationen, wobei letztere positiv korreliert waren. Die Chlorophyllgehalte waren außerdem etwa drei bis fünf mal niedriger als der theoretisch zu erwartende Ertrag aus den horizontalen und vertikalen Differenzen der Nährsalzgehalte. Diese entkoppelten Muster der Schmelzwasser- und Chlorophyllverteilung zeigen, daß die erhöhten Chlorophyllgehalte kurz unter der Oberfläche hauptsächlich ein Resultat des nach der Schmelze verstärkten Flusses von Salzlake beladen mit Algen aus dem Meereis sowie von Algen aus den "Infiltrationsschichten" (Horner et al. 1988) waren und nur zum geringsten Teil durch Wachstum im Wasser hervorgerufen sein konnten. Das Auftreten temporärer Gradienten und Maxima (Kapitel 3.1.2.1) kann mit relativ geringen Durchmischungsgeschwindigkeiten im Vergleich zur Zufuhr der Algen aus dem Eis erklärt werden.

Die Zellkonzentrationen aller Formen stiegen nach der Schmelze an, jedoch verschoben sich im Vergleich zu den Winterbedingungen die Dominanzen zugunsten der Diatomeen. Ob die Flagellaten und Ciliaten wie die Diatomeen aus dem Eis gesunken oder zum Teil aufgrund des erhöhten Lichteinfalls in der Wassersäule gewachsen waren, kann nicht festgestellt werden. Wachstum wäre denkbar bei den begeißelten Formen aufgrund ihrer Schwimmfähigkeiten, die eine bessere Ausnutzung von noch wenig stabilen Schichtungsbedingungen ermöglichten (Takahashi et al. 1978). Ein Hinweis dafür könnten die im Frühjahr gestiegenen Verhältnisse der autotrophen zu heterotrophen Dinoflagellaten sein.

##### Der östliche Weddellwirbel

Im Gebiet des Weddellwirbels wurden im Frühjahr erhöhte Chlorophyll- und Zellkonzentrationen in den oberen Horizonten gemessen, jedoch waren die feinen Unterschiede in den Verläufen der Chlorophyll- und Zellkonzentrationsprofile von den Profilverläufen der physikalischen und chemischen Gradienten entkoppelt. Dies zeigte, daß auch im Weddellwirbel die Algen aus dem schmelzenden grünlichbraun verfärbten Meereis stammten und wahrscheinlich erst zu wachsen

begannen. In die nördliche Wirbelflanke gelangten jedoch nicht nur Plankter aus dem Eis, sondern es wurden auch weiterhin Zellen aus Nordwesten unter das schmelzende Packeis eingetragen. Diese Zellen könnten, wenn sie im Laufe des Frühjahrs mit dem Weddellwirbel verfrachtet werden, als Saatzellen für den Biomassenaufbau nicht nur in der nördlichen Flanke, sondern auch in der südlichen Flanke dienen. Im Gegensatz zu den Algen aus dem Meereis, die nur nach der Schmelze in großen Zahlen ins Wasser gelangen, können zirkumpolare Formen das ganze Jahr über durch Advektion in den Wirbel eingetragen werden, denn es liegen keine Hinweise vor, daß sich die großskalige Oberflächenwassermassenstruktur im Laufe des Jahres verändert (Hellmer und Bersch 1985, Whitworth und Nowlin 1987).

In der südlichen Wirbelflanke waren die Konzentrationen aller Formen angestiegen. Richtung Norden verschoben sich die Diatomeen/Flagellaten sowie die Diatomeen/Ciliaten Zahlenverhältnisse mit zunehmendem Schmelzwassereinfluß zugunsten der Diatomeen.

#### Der nördliche Packeisrand

Obwohl die Biomassen auf den Eiskantenstationen in der nördlichen Flanke nicht zugenommen hatten, lagen im Frühjahr die Diatomeen/Dinoflagellaten Verhältnisse höher als im Spätwinter. Verursacht wurde dies durch den Anstieg der kleinen Form von *Nitzschia cylindrus*, die mit hoher Wahrscheinlichkeit aus dem schmelzendem Eis, in dem sie sehr abundant war (Bartsch 1989), herausgesunken war. Dies bestätigt, daß eine verstärkte Zufuhr von Diatomeen in die Wassersäule erfolgte.

Durch die im Frühjahr auf der nördlichsten Station (650) festgestellte Auflösung der saisonalen Oberflächenschichtung und die etwas nach Süden verschobene Frontenzone zwischen dem Wirbel und Zirkumpolarstrom würde eine Einmischung von Arten aus dem Zirkumpolarstrom in die schmelzwasserbeeinflusste Oberflächenschicht erleichtert werden. Diese könnten neben den Eisalgen als Saatzellen für Eiskantenblüten fungieren. Für die jeweilige Herkunft der Arten lieferten die Veränderungen der Abundanzen und der Verbreitungsmuster entscheidende Hinweise. Jedoch maskierte eventuelles Wachstum einiger oder aller Arten horizontale Advektions- und vertikale Eintragsmuster. Es kann deshalb nicht eindeutig unterschieden werden, welche Zellen des Bestandes an der Eisrandzone aus dem Eis und welche von Norden stammten. Das Gleiche traf für die Wassersäule der gesamten nördlichen und eingeschränkt auch für die südliche Wirbelflanke zu.

Der Beitrag von Algen aus dem schmelzenden Meereis zum Inokulum für Eiskantenblüten ist auch für andere Gebiete noch nicht geklärt. Smith und Nelson (1985) und Wilson et al. (1986) fanden bei einer Eisrandblüte im Sommer im westlichen Rossmeer *Nitzschia curta* als dominierende Art (im Durchschnitt 70 % der Gesamtzellzahlen) und *Nitzschia closterium* als zweithäufigste. Da diese Arten nach den bisher vorliegenden Untersuchungen sowohl im Eis als auch im Wasser leben und wachsen, können die Autoren nur aufgrund von indirekten Beweisen schließen, daß die Saatzellen aus dem Eis stammten. Garrison et al. (1987) untersuchten im westlichen Weddellmeer im Frühjahr 1983 die Artenzusammensetzungen im Eis und im Wasser vor und unter der sich zurückziehenden Eiskante. Die von ihnen aufgestellte Artenliste (Diatomeen und *Phaeocystis*) enthält u. a. die meisten Formen, die auch während der vorliegenden Untersuchung im Wasser des Weddellwirbels und an der Eisrandzone festgestellt wurden. Mit Hilfe der durchgeführten Clusteranalyse konnten die Autoren nur einige Arten mit großer Sicherheit als aus dem Eis stammend einordnen: so z. B. *Phaeocystis* sp. Diese Form trat auch während unserer Untersuchungen im Eisrandgebiet auf, ihr Ursprung war jedoch nicht sicher. *Chaetoceros neglectum*, die auf unseren Eisrandstationen im Frühjahr im offenen Wasser deutlich zunahm und auch bereits im Spätwinter nördlich der Eiskante abundant war, wurde von Garrison et al. (1987) eher dem freien Wasser zugeordnet. Fryxell und Kendrick (1988) stellten während der gleichen Blüte 1983 im westlichen Weddellmeer unterschiedliche räumliche Verteilungen verschiedener dominanter Arten fest. *Nitzschia* Arten und *Phaeocystis* sp. waren abundant im Eis und unter dem Eis; im vor der Eiskante gelegenen freien Wasser waren *Thalassiosira gravida* und wieder *Phaeocystis* sp. bestandsbildend. Eine eindeutige Zuordnung der Herkunft der Arten konnte somit auch von Fryxell und Kendrick (1988) nicht gegeben werden.

#### Die Untereiswasserschicht

Die von Station zu Station unterschiedlichen Gradienten der Besiedlungsdichten der einzelnen Formen zwischen Untereissschicht und freier Wassersäule beruhen offensichtlich auf der wech-

selnden Eismorphologie, denn mit zunehmender Aufweichung des Eises nahmen die Schollenbewegungen zu (Hoeber und Gube-Lenhardt 1987). *Nitzschia cylindrus* (kleine Form) war die zahlenmäßig dominante Form im schmelzenden Meereis (Bartsch 1989) und sank, wie die Konzentrationszunahmen in der freien Wassersäule auf den Stationen in der südlichen Wirbelflanke zeigten, im Frühjahr aus dem Meereis heraus. Die relativ erhöhten Zellkonzentrationen von *Nitzschia cylindrus* in der Untereiswasserschicht der Wirbelstationen könnten auf dem Fluß der aus dem Eis fallenden Zellen beruhen. Nur in der durch Plättcheneis dauerhaft stabilisierten Untereiswasserschicht im Drescher Inlet konnten sich im Vergleich zur freien Wassersäule extrem viel höhere Biomassen aufbauen.

#### Die Bedeutung von Meereis und Untereiswasserschicht für die pelagischen Populationen

Mit der Eisschmelze erhöhten sich insgesamt die Zelldichten im östlichen Weddellwirbel und in der Polynya, gleichzeitig veränderten sich die Dominanzen zugunsten der Diatomeen, offensichtlich größtenteils durch Zufuhr aus dem Meereis. Diese Entwicklung entspricht einem Ausschnitt der von Smetacek et al. (im Druck) postulierten Jahreszyklen des antarktischen Phytoplanktons mit einer Flagellatengesellschaft, die im Jahresverlauf zum Sommer nur etwas zunimmt und im Winter etwas abnimmt. Darüber überlagert entwickeln sich nach der Eisschmelze bei günstigen abiotischen Bedingungen Diatomeenbestände, die schnell anwachsen und im Winter auf sehr niedrige Dichten abnehmen. Die Wechsel von regenerierenden Flagellatengemeinschaften zu Blütenpopulationen würden den Wechseln zwischen diesen beiden Systemen im Jahreszyklus in gemäßigten Gebieten entsprechen. Perrin et al. (1987) beobachteten diese Entwicklungsmuster im Jahresgang des Phytoplanktons an der Küste der östlichen Antarktis: Die Chlorophyllgehalte waren außerhalb des Sommers sehr niedrig, und die Populationen bestanden aus Nanoplanktern. Im Sommer entwickelten sich darüber überlagert *Phaeocystis* und große Diatomeen zu Blüten und die Bestände der kleinen Flagellaten nahmen nur etwas zu. Hewes et al. (1985) stellten im Sommer unter der Oberfläche im Wasser der Ostwinddrift, des Weddellmeeres und in der Nähe der South Orkney Inseln fest, daß über 50 % des Chlorophylls, dessen Konzentrationen bis auf einige Ausnahmen sehr niedrig waren (< 0,6 µg/l), von Piko- und Nanoplanktern - i.e. von Formen von 2 µm bzw. kleiner als 20 µm - gestellt wurden. Diese Größenfraktionen setzten sich aus kleinen Diatomeen und verschiedenen Flagellaten zusammen. Flagellatengesellschaften scheinen fester Bestandteil der pelagischen Populationen in der südlichen Antarktis zu sein. Nur während Diatomeenblüten nehmen ihre relativen Anteile an der Biomasse ab. Die während unserer Expedition zum Frühjahrsbeginn beobachteten Zellzahlanstiege der Diatomeen könnten den Beginn von frühlommerlichen Diatomeenblüten bedeuten. Da die Diatomeendichten im Winter, wie während unserer Untersuchungen beobachtet, in den nicht vom Zirkumpolarstrom beeinflussten südlichen Gebieten auf äußerst niedrige Werte fallen, muß dort im Frühjahr die Zufuhr von Diatomeensatzzellen zum Aufbau von Blüten vorwiegend aus dem Eis erfolgen.

Das verstärkte Wachstum und der schnelle Aufbau von großen Biomassen im schmelzenden Eis sowie in den Plättcheneisschichten wurde aufgrund des relativ hohen Lichtangebots, des größeren Raumangebots, der Zufuhr von Nährsalzen aus dem Wasser und des Ausschlusses von großen Herbivoren wie Copepoden und Krill ermöglicht. Das schmelzende Meereis und die Plättcheneisschicht dienen daher nicht nur als "Saatbeet" für die pelagischen Bestände, sondern fungierten sogar als eine Art "Frühbeet". Die qualitative und quantitative Artenzusammensetzung der zukünftigen Bestände in der Wassersäule wird durch diese Wachstumsphase der Algen entscheidend geprägt, denn die Zusammensetzungen der Saatzellengesellschaften werden durch die Bedingungen im schmelzenden Eis bzw. in der Plättcheneisschicht bestimmt.

Vor der Schmelze sind die Lichtbedingungen im festen Eis relativ konstant und ändern sich nur bei Überschiebungseignissen und bei Veränderungen der Schneeeauflage. Durch die Exposition des Meereises über der Meeresoberfläche sind die Eistemperaturen deutlich niedriger als die Wassertemperaturen. Mit abnehmenden Temperaturen werden die Salzgehalte in den Laugenkanälen erhöht (Maykut 1985, Eicken und Lange 1989). Sehr hohe Salzgehalte und sehr niedrige Temperaturen sowie relativ niedrige und gleichbleibende Lichtintensitäten kennzeichneten vor der Schmelze den Eislebensraum. Nach den von Bartsch (1989) an drei Diatomeenarten während unserer Expedition durchgeführten Untersuchungen können sie sich an diese Bedingungen anpassen und wachsen, jedoch verlangsamten sich die Wachstumsraten mit ansteigendem Salzgehalt und sinkenden Temperaturen. Dies trifft vermutlich auch für andere Eisdiatomeen zu. Nothnagel und Wanzek (1989) stellten bei der sowohl im Meereis als auch im Wasser des Weddellmeeres lebenden Diatomee *Chaetoceros neogracile* ebenfalls eine hohe Salinitätstoleranz fest, die jedoch mit einer gewissen Abnahme

der maximalen Photosyntheseraten einherging. Diese Alge war außerdem an die im Meereis im Winter vorwiegend herrschenden Schwachlichtbedingungen angepasst.

Satellitenbeobachtungen zeigten, daß nach Schmelzbeginn die Schnee- und Eisstruktur und deren optische Eigenschaften sich großräumig grundlegend ändern (Comiso und Sullivan 1986). Nach der Schmelze erniedrigten sich die Salzgehalte des Meereises in unserem Untersuchungsgebiet durch den Kontakt des Eises mit Seewasser, durch Schmelzen und durch Entlaugung, wobei die Temperaturen anstiegen (Eicken et al. 1988, Eicken und Lange 1989). Aufgrund der Abnahme des Albedos erhöhten sich die Strahlungsstärken im Eis; auch wurden die Lichtbedingungen heterogener, da die Beweglichkeit der Schollen nach der Schmelze größer wurde (Hoerber und Gube-Lenhardt 1987). Der Übergang zu weichem schmelzendem Eis bedeutete für die darin lebenden Organismen somit eine Veränderung der Umgebungsbedingungen von extremen Temperatur- und Salinitätsbedingungen zu extremen Lichtbedingungen.

Enzymatische Anpassungen an niedrige Temperaturen (Descolas-Gros und de Billy 1987) sowie Anpassungen an wechselnde Lichtverhältnisse (Antarktis: Palmisano et al. 1986, Mortain-Bertrand 1988 und 1989, Arktis: Hegseth 1989, Baumann 1990) sind bei verschiedenen polaren Diatomeenarten festgestellt worden. Jedoch haben die Diatomeen nach einem Überblick von Sakshaug (1989) keine Adaptationsmechanismen entwickelt, die ein schnelleres Wachstum bei niedrigen Temperaturen ermöglichen. Sie wachsen nicht schneller als Arten aus gemäßigten Breiten bei niedrigen Temperaturen (Eppley 1972, Neori und Holm-Hansen 1982, Sakshaug und Holm-Hansen 1984). Nach Sakshaug und Holm-Hansen (1984 und 1986) liegen die Wachstumsraten im Verhältnis zu Licht und Temperatur etwas unter den von Eppley (1972) aufgestellten temperaturabhängigen Wachstumskinetiken. Nach Untersuchungen von Hegseth (1989) an arktischen Eis- und Planktondiatomeen sind deren Photoadaptationszeiten so kurz wie bei Diatomeen aus gemäßigten Breiten. Auch nach einer Zusammenfassung von Sakshaug (1989) zeigen polare Algen hohe Flexibilität bei der Photoadaptation, die ihnen erlaubt, auf Lichtwechsel schnell zu reagieren. Photoinhibition findet in der Regel nicht statt und die Adaptationsgeschwindigkeiten beim Übergang von niedrigen zu hellem Licht sind schneller als umgekehrt.

Die ökophysiologischen Untersuchungen, die bisher nur an einigen Arten durchgeführt wurden, deuten darauf hin, daß unterschiedliche physiologische Bandbreiten der Temperatur- und Salzgehaltsadaptationen der einzelnen Arten zu verschiedenen Wachstumsraten führen. Diese sind somit unter anderem mitentscheidend für Veränderungen der Zusammensetzung Meereisgesellschaften und deren Produktion beim Übergang vom festen zum schmelzenden Eis. Das Gleiche gilt wahrscheinlich generell für die verschiedenen Meereis-, Plättcheneis- und Planktongesellschaften in der Antarktis.

#### Das Schicksal der Saatzellen

Im Sommer wurde im Gebiet der südöstlichen Weddellmeerküste von Bodungen et al. (1988) ein seichte ausgesüßte Oberflächenschicht festgestellt. Diese Deckschicht im Küstengebiet bildete sich jedoch zum Frühjahrsbeginn aufgrund der hydrographischen Bedingungen sehr zögernd aus, wahrscheinlich erst nach der Zufuhr großer - mit Algen beladenen - Schmelzwassermengen. Die Zellen, die im Zeitraum vor der Ausbildung der Deckschicht in die Wassersäule fielen, wurden über die ganze Oberflächenschicht (**WW**) verteilt und konnten sich aufgrund der ungünstigen Lichtverhältnisse nur langsam teilen. Im Weddellwirbel konnte auf den Stationen, auf denen sich die saisonalen Pyknoklinen gerade aufbauten, der Verlust von Zellen beobachtet werden. Die Zellen, die sich in der Schicht darunter in verhältnismäßig hohen Dichten (ca. ein Drittel der durchschnittlichen Konzentrationen in den oberen Schichten) befanden, wurden gerade von der Oberflächenschicht abgekoppelt. Sie fallen dann wahrscheinlich aus der Winterwasserschicht heraus. Hinweise dafür waren die gemessenen relativ hohen Zelldichten und Chlorophyllgehalte kurz unter der Pyknokline zwischen **WW** und **WDW** auf einigen Stationen. In der Küstenpolynya waren die Tiefen der durchmischten Winterwasserschicht wesentlich größer als im Wirbel. Dies bedeutete, daß die Lichtverhältnisse besonders ungünstig waren und die Ausgangszelldichten in der sich bildenden Deckschicht aufgrund der höheren Verdünnung der Zellkonzentrationen und aufgrund der Mächtigkeit der Deckschicht im Verhältnis zur Mächtigkeit der Winterwasserschicht wesentlich geringer waren. Die Verluste an Saatzellen sind zum Frühjahrsbeginn offensichtlich hoch. In der Küstenpolynya trifft dies aufgrund ihrer besonderen hydrographischen Eigenschaften in weit höherem Maße zu als im Weddellwirbel. Bodungen et al. (1986) wiesen auf die Bedeutung der Größe der Ausgangssaatz-

population im Wasser hin: Je größer die Saatpopulation, umso größer die erreichte Blütenpopulation. Smetacek und Passow (1990) stellen als entscheidendes Kriterium für den Aufbau von Phytoplanktonpopulationen die Anzahl der Tochterzellen heraus, die in der lichtreichen Deckschicht gehalten werden. Die Ausgangskonzentrationen der Phytoplankter beim Beginn des Bestandsaufbaus sind nach einem Modell von Sakshaug et al. (im Druck) entscheidend für die Länge des Zeitraumes bis zur Entwicklung von Blütenbeständen: Denn die Geschwindigkeit des Anwachsens der Populationen durch Zellteilung hängt ab von der Durchmischungstiefe der Deckschicht. Der Zellzunahme stehen außerdem Verluste durch Heraussinken, Herbivore usw. entgegen. Die verstärkte Zufuhr von Saatzellen, wie sie - während unserer Expedition beobachtet - aufgrund der "Frühbeeteigenschaften" des Eises möglich war, kann somit nur effektiv sein, wenn durch die strukturellen Eigenschaften der Wassersäule während der Ausbildung von Deckschichten viele Zellen in den oberen Horizonten gehalten werden.

Auch herbivore Zooplankter verzögerten oder verhinderten vermutlich den Aufbau von Phytoplanktonbeständen, weil sie die aus dem Eis fallenden Saatzellen fressen konnten. Die Konzentrationen der heterotrophen diatomeenfressenden Einzeller (große Dinoflagellaten und alorikate Ciliaten) lagen nach Schmelzbeginn zwar um eine Zehnerpotenz niedriger als die von Nöthig (1988) im Sommer im Dreschergebiet festgestellten Konzentrationen, jedoch waren im Frühjahr im Verhältnis dazu die Konzentrationen der Diatomeen wesentlich niedriger. Deshalb ist vermutlich auch noch nach Schmelzbeginn der Freßdruck seitens der Protozoa sehr hoch. Die von Franz (1988) während unserer Expedition in den oberen 200 Metern festgestellten Konzentrationen von kleinen Copepoden, Nauplien und Copepoditstadien waren fast so hoch wie die in gemäßigten Gebieten vor der Frühjahrsblüte. Nach der Schmelze nahmen sie nicht wesentlich zu. Nicht sicher war, welche Arten und Stadien Nahrung aufnahmen, oder ob sich die meisten Copepoden von ihren Fettreserven ernährten. Schnack-Schiel et al. (eingereicht) fanden während unserer Expedition bei verschiedenen Arten unterschiedliche Verhaltensmuster: In der Küstenpolynya stiegen die adulten und befruchteten Weibchen von *Calanoides acutus* Mitte November zum Schmelzbeginn aus der Tiefe in die Oberflächenschichten, um dort zu laichen. Freßexperimente ergaben, daß sie bei den in situ existierenden Chlorophyllkonzentrationen noch nicht fraßen und offensichtlich ihre Lipidreserven nutzten. Individuen von *Calanus propinquus*, die ab November langsam nach oben zu wandern begannen, und *Calanoides acutus* zeigten bei den umgebenden Chlorophyllkonzentrationen erst Ende November Freßaktivitäten. Die Zyklen vieler Copepodenarten sind vermutlich an den jahreszeitlichen Rhythmus des Nahrungsangebotes in der Wassersäule angepaßt, so könnten sie durch lange Ausnutzung ihrer Fettreserven eine zu frühe Aufzehrung der dünn verteilten Saatzellen verhindern, die zum Entzug ihrer Nahrungsgrundlage führen würde. *Euphausia superba* ernährte sich im östlichen Weddellmeer vor wie nach Frühjahrsbeginn von Diatomeen an der Meereisunterseite und nicht von Algen in der Wassersäule (Marschall 1988) und trug deshalb nur indirekt zur Dezimierung der Saatzellen bei.

#### 4.4 Die Bestandsentwicklung des Phytoplanktons im Winter und während des Übergangs zum Frühjahr

**Zusammenfassung:** Der Aufbau von Phytoplanktonbiomasse in der Wassersäule der Küstenpolynya war trotz hohen Lichteinfalls durch tiefgreifende Durchmischung stark gehemmt. Die Küstenpolynya war deshalb kein günstiger Lebensraum für das Phytoplankton. Die Verteilung der Bestände wurde durch die Topographie/Hydrographie des Schelfs modifiziert. Die geringeren Strömungsgeschwindigkeiten über dem viele Kilometer breiten Schelf in der südlichen Polynya und im Drescher Inlet ermöglichten Akkumulation von Eisplättchen unter der Eisdecke, die zur Stabilisierung einer Untereiswasserschicht führten. Durch optimale Lichtbedingungen konnte dort verstärktes Phytoplanktonwachstum einsetzen bis zur Nährsalzerschöpfung. Bedingt durch die Verzögerung der Ausbildung seichter Schmelzwasserdeckschichten an der Meereiskante im nordöstlichen Weddellmeer konnten sich in diesem Gebiet zum Frühjahrsbeginn zunächst keine Eiskantenblüten aufbauen. Im Wasser und im Meereis wurden somit Bestandszunahmen bei räumlich und zeitlich begrenzten Verbesserungen der Lichtbedingungen festgestellt. Aufgrund des weitgehenden Ausschlusses von Herbivoren waren im Meereis und in der Plättcheneisschicht die Akkumulationsraten relativ hoch.

#### Die Bedeutung der südöstlichen Küstenpolynya für den Biomassenaufbau

Antarktische Diatomeen sind an wechselnde Lichtbedingungen gut angepaßt. Mortain-Bertrand (1988 und 1989) stellte bei antarktischen Diatomeen bei 2:2 Stunden Lichtzyklen, die schneller vertikaler Durchmischung oder wechselndem Lichteinfall durch heterogene Eisbedingungen entsprechen könnten, höhere Produktivität und Teilungsraten als bei 12:12 Stunden Lichtzyklen oder bei Dauerlicht fest. Durch diese Adaptationen konnten jedoch offensichtlich nicht die schlechten Lichtbedingungen in der Küstenpolynya kompensiert werden, die auf den großen Durchmischungstiefen beruhten. Ein schneller Bestandsaufbau durch hohe Teilungsraten war nicht möglich (Smetacek und Passow 1990, Sakshaug et al. im Druck).

In der Polynya wurde nicht nur die Ausbildung von Dichteschichtungen durch tiefgreifende thermohaline Zirkulation verzögert, sondern durch die bereits beschriebenen Schelfrandwellen wurde Biomasse aus dem unteren Bereich der Oberflächenschicht nach unten ins Tiefenwasser eingemischt. Dies zeigten die vertikalen Profile der Temperaturen, der Salzgehalte, der Nährsalzkonzentrationen und die Chlorophyllkonzentrationsprofile auf den Stationen des Drescherschnitt III.

#### Die Bedeutung der südlichen Küstenpolynya für den Biomassenaufbau

In der Plättcheneisschicht im südlichen Küstenpolynya-gebiet führten hohe Primärproduktion und Akkumulation bis zur Nährsalzerschöpfung in dieser Schicht, denn die Phytoplankter wurden oben gehalten und die Untereisbivoren - Krill - konnten nicht in diese Schicht eindringen (Marschall 1988). Ähnliche Blüten wurden im Weddellmeer bereits 1847 von Hooker (1847) und von El-Sayed (1971) und Sakshaug (1989) über dem südlichen Weddellmeerschelf beobachtet. Unter der Oberfläche hatten sich in "jungem Eisbrei" und "Pfannkucheneis" extrem hohe Biomassen von Diatomeen entwickelt; El-Sayed (1971) beschreibt während der 1968 beobachteten Blüte *Thalassiosira tumida* als dominante Art. Vermutlich bestand ein Teil des von El-Sayed (1971) und von Sakshaug (1989) beobachteten Eisbreis unter der Oberfläche aus Plättcheneis. Diese Blüten scheinen regelmäßige Erscheinungen im südlichen Weddellmeer zu sein. Die von uns im südlichen Schelfgebiet festgestellten höheren Salz zu Nährsalz Verhältnisse könnten ein Hinweis darauf sein, daß durch diese Untereisblüten bereits im Spätwinter meßbarer Nährsalzverbrauch erfolgt. Die stöchiometrische Bilanzierung der fehlenden Nährsalzmengen weist jedoch auf sehr große Biomassen hin, die unter dem Eis produziert werden. Diese Vermutung muß durch ausgedehnte Messungen überprüft werden.

#### Die Bedeutung der Meereiskante im nordöstlichen Weddellmeer für den Biomassenaufbau

Die höchsten Biomassen (etwa 0,6 µg/l) wurden während der Anreise in der warmen Oberflächenschicht des Zirkumpolarstroms ca. 400 km vor der Eiskante gemessen. Die Chlorophyllkonzentrationen (um 0,2 µg/l) und Chlorophyllgehalte der Stationen in der Eisrandzone am nördlichen Rand des Weddellwirbels waren sehr hoch im Vergleich zu den Winterkonzentrationen der südlicher gelegenen Stationen. Die Biomasse war zum Teil aus absterbenden Diatomeen aus dem Zirkumpolarstrom zusammengesetzt. Dieckmann (1987) stellte im vorherigen Expeditionsabschnitt bereits Mitte Juli ähnlich hohe Chlorophyllkonzentrationen im gleichen Gebiet fest. Diese Chlorophyllanreicherungen an der wachsenden Eiskante beruhten vermutlich auf Advektionsprozessen und Fronteneffekten in der Frontenzone zwischen Zirkumpolarstrom und Weddellwirbel, denn eine seichte Deckschicht wurde nicht festgestellt. Auch war die Biomasse ziemlich gleichmäßig in der Oberflächenschicht verteilt.

Auch nach Beginn der Meereis schmelze wurden im Eisrandgebiet nicht die bei anderen antarktischen Eisrandblüten beobachteten flachen Schmelzwasserdeckschichten (Smith und Nelson 1986, Smith 1987, Sullivan et al. 1988) festgestellt. Nur die quantitative Artenzusammensetzung hatte sich geändert: So wurde der Rückgang der Biomasse der nördlichen Arten durch den Anstieg der Biomasse der Arten aus dem Meereis kompensiert. Da das Schmelzwasser aufgrund der geringen Dichtedifferenzen zum Oberflächenwasser des ACC, das an der Eiskante entlangfloß, über die gesamte Oberflächenschicht verteilt wurde, war eine deutliche Biomassenzunahme durch Wachstum nicht möglich und die Chlorophyllkonzentrationen und -gehalte blieben ungefähr gleich.

Eisrandblüten wurden bisher im Rossmeer und im Weddellmeer nur im Nordwesten in der Nähe der Peninsula untersucht. Die im Rossmeer untersuchten Eisrandblüten waren aufgrund von



Stabilisierungen der Oberflächenschicht durch Schmelzwasser, das sich bis 250 km vor die Eiskante ausdehnte, entstanden (Smith und Nelson 1985). Satellitenbeobachtungen von Sullivan et al. (1988) zeigten im Frühjahr 1983 an der schmelzenden Eiskante im nordwestlichen Weddellmeer eine Blüte im schmelzwasserbeeinflussten Oberflächenwasser. Etwas weiter westlich wurde keine Blüte beobachtet. Nelson et al. (1987) beobachteten zur gleichen Zeit im nördlichen Weddellmeer im Gebiet der Weddell-Scotia-Konfluenz an der sich zurückziehenden Eiskante im Frühjahr die höchsten Biomassen an der dort existierenden Front zwischen Wasser aus der Drake Passage und Konfluenz-Wasser. Diese untersuchten Blüten lagen alle in einem bedingt durch die Weddell-Scotia-Konfluenz hydrographisch sehr komplexen Gebiet. Die dort beobachteten Biomasseverteilungsmuster weisen darauf hin, daß Fronten an der Stabilisierung von Schmelzwasserzungen und folglich am Aufbau von Eisrandblüten in bestimmten Gebieten beteiligt sind. In Richtung Osten fächert sich der Übergang zwischen Zirkumpolarstrom und Wirbel in der Oberflächenschicht auf (Hellmer und Bersch 1985, Whitworth und Nowlin 1987). Die breite Frontenzone im Osten trägt, wie unsere Untersuchungen zeigen, dort offensichtlich zunächst nicht zur Stabilisierung der Schmelzwasserzunge im Frühjahr bei, sondern im Gegenteil zur Destabilisierung; vermutlich aufgrund ihrer schwächeren Gradienten. Vor der Schmelze dagegen begünstigte diese Frontenzone vermutlich das Phytoplanktonwachstum.

Nelson et al. (1989) stellten auf zwei Schnitten östlich der Spitze der antarktischen Peninsula im Herbst an einer über mehrere Tage stationären Meereiskante maximale Chlorophyllkonzentrationen von 0,3 und 0,6 µg/l fest. Eine genauere Betrachtung ihrer Daten zeigt, daß die höchsten Werte 150 km vor der Eiskante lagen und mit vertikalen Dichtegradienten assoziiert waren. Diese Biomassenanreicherungen beruhten eventuell auf einem Frontenphänomenen. Die Autoren betonen, daß die POC/Chlorophyll Verhältnisse im Vergleich zu Frühjahrseisrandblüten sehr hoch waren. Sie lagen bei durchschnittlich 114 und die POC/PON Verhältnisse bei 7,8. Beide waren noch niedriger als die von uns an der Eiskante im Spätwinter gemessenen Werte um 250 bzw. etwa 10. Im Herbst war offensichtlich ein hoher Detritusanteil vorhanden, der sich nach unseren Beobachtungen zum Winter und nach Osten hin erhöht.

Die von Smith et al. (1988) vorgelegten Abschätzungen der Primärproduktion in Eisrandgebieten für die gesamte Antarktis wurde unter der Annahme der Stabilisierungseffekte allein durch Schmelzwasser durchgeführt. Der Einfluß von Fronten darf jedoch bei solchen Produktionsabschätzungen nicht unberücksichtigt bleiben. Die Aufschlüsselung solcher komplexen Phänomene ist wie gezeigt durch Artenanalysen möglich, da mit Hilfe der Organismen die Vergangenheit der Wassermassen nachverfolgt werden kann.

#### Das Verhältnis der Produktion im Meereis und im Wasser

Im östlichen Weddellmeer wurden im Winter insgesamt betrachtet höhere Biomassekonzentrationen von Primärproduzenten im Meereis als im darunterliegenden Wasser festgestellt (Werte aus dem Meereis von Bartsch 1989). Die über die gesamte Oberflächenschicht (**WW** bzw. **ESW**) integrierten Gehalte waren jedoch genau so hoch oder bis zu fünf- bis zehnmal so hoch wie die über die gesamte Eissäule integrierten Gehalte im Meereis.

Höhere Akkumulationen von Biomasse im Eis und im Wasser wurden räumlich und zeitlich begrenzt festgestellt: Im südlichen eisfreien Zirkumpolarstrom scheinen in der Wassersäule die Phytoplanktonbestände vor Frühjahrsbeginn zwar in mäßigen Dichten, jedoch während eines langen Zeitraumes zu existieren. Im Frühjahr beginnt nach der Schmelze der Aufbau von größeren Phytoplanktonbeständen im östlichen Weddellmeer offensichtlich zuerst in der mittleren Region des Wirbels und nicht im Eisrandgebiet oder in der Küstenpolynya.

Die hydrographischen Verhältnisse und die topographischen Strukturen an der östlichen Küste verhindern dort vermutlich auch während des Sommers die Ausbildung von über längere Zeit andauernden stabilen Schichtungsverhältnissen und den folgenden Aufbau von hohen Biomassen. Bodungen et al. (1988) und Nöthig (1988) stellten im Spätsommer im Küstenstrom und am südlichen Rand des Wirbels im Gebiet vor dem Drescher Inlet Chlorophyllkonzentrationen von nur 0,5 bis maximal 2,5 µg/l fest.

In der südlichen Polynya entwickeln sich nach unseren Beobachtungen und nach den Beobachtungen von El-Sayed (1971) und Sakshaug (1989) über mehrere Monate ausgedehnte Untereisblüten. Diese sind jedoch, da sie an die Akkumulation von Plättchen oder Eisbrei gebunden sind, vertikal auf etwa einen halben Meter und horizontal auf die Küstenpolynya über dem südlichen Schelf begrenzt. Die Plättcheneisschicht im Drescher Inlet

unter dem Küsteneis unterschied sich durch ihre strukturellen Eigenschaften und Exposition von der Plättcheneisschicht in der südlichen Polynya. Sie befand sich in einem geschützten Inlet unter Küsteneis, die Plättchenschicht im Süden unter treibendem Polynyaeis. Die Diatomeenzusammensetzung im Wasser zwischen den Plättchen ist im Drescherinlet mit der im Festeis und die Untereisgesellschaft im Süden mit der Diatomeenzusammensetzung in der Wassersäule zu vergleichen. Im Drescherinlet war aufgrund der ungünstigeren Lichtverhältnisse unter dem dickeren Festeis das Verhältnis von Produktion zu Akkumulation kleiner als im südlichen Polynyagebiet. Die Drescher-Plättchenschicht könnte als eine Ausdehnung des Meereises in die Wassersäule und die Plättcheneisschicht in der südlichen Polynya als eine Ausdehnung der Wassersäule ins Eis bezeichnet werden. Die von Bunt (1963) und Garrison et al. (1986) beschriebene und von verschiedenen Forschern intensiv untersuchte Plättcheneisschicht im McMurdo Sound (Rossmeer) würde aufgrund der ebenfalls geschützten Lage unter Küsteneis und der vertikalen Ausdehnung bis zu einigen Metern der Schicht im Drescher Inlet entsprechen. Die Anteile von Untereissschichten wie im Drescher Inlet an der Produktion im östlichen Weddellmeer sind gering, da aufgrund der Morphologie der Küste wenig Küsteneis für längere Zeit akkumuliert.

Die Funktion der südlichen Untereisplättchenschicht nicht nur als "Saatbeet", sondern auch als "Frühbeet" ergibt sich aus dem Phänomen, daß in der Schicht selbst hohe Produktion und Akkumulation stattfindet. Das gleiche trifft für das schmelzende Meereis zu. Die Bestände in der schmelzenden Meereisdecke sind nach ihrer von uns beobachteten Dunkelfärbung zu schließen sehr hoch, jedoch existiert diese schmelzende Eisschicht im östlichen Weddellwirbel nach den Messungen mit Argosbojen während unserer Expedition nur für den Zeitraum von einigen Wochen (Hoerber und Gube-Lenhardt 1987). Das Gebiet der horizontalen Ausdehnung der schmelzenden Meereisfläche ist jedoch wesentlich größer als das südliche Polynyagebiet, so daß auf diesen großen Flächen in einer relativ kurzen Zeitspanne große Biomassen produziert werden, zumal die Algen im schmelzenden Eis für große Herbivore (Krill und planktische Copepoden) schwierig zu erreichen sind.

#### 4.5 Die Ökologie der Plankter im Winter

*Zusammenfassung:* Die festgestellten Verbreitungscharakteristika der Phytoplankter zeigen, daß die Bedeutung der Wirbel und des Meereises für die Biologie der Arten - wie auch die Bedeutung des Meereises als Urheber von vielen ozeanischen Blüten - bisher unterschätzt wurde. Die meisten Diatomeenarten treten sowohl im Meereis als auch im freien Wasser auf. Jedoch ist der Hauptlebensraum der meisten zentrischen Arten das freie Wasser, die meisten Arten, die sich vorwiegend im Meereis entfalten, gehören zu den pennaten Diatomeen und die Mehrzahl der Arten, die sich sowohl im Meereis als auch im freien Wasser entfalten, gehört zur Gruppe *Fragillariopsis* aus der pennaten Gattung *Nitzschia*. Über die Stellung der festgestellten unterschiedlichen morphologischen Typen im Rahmen der Lebenszyklen und mögliche Bedeutungen für die Ökologie und Ausbreitungsmuster der einzelnen Diatomeenarten ist bisher wenig bekannt.

Die Ausbreitungs- und Entwicklungsmuster der Protisten im östlichen Weddellmeer im Spätwinter und Frühjahr

Wie bereits dargelegt, konnten angesichts der Schwierigkeiten bei der Identifizierung insbesondere der nackten Flagellaten- und Ciliatenformen räumliche und zeitliche Verteilungs- und Entwicklungsmuster für die gesamten Gruppen und nur für wenige Arten erkannt werden. Im Vergleich zu den Veränderungen der Diatomeenkonzentrationen waren die Flagellaten- und Ciliatenkonzentrationen von Norden nach Süden, vom Spätwinter zum Frühjahr und beim Eintritt günstiger Wachstumsbedingungen konstanter. Kleine Flagellaten und Dinoflagellaten sind auch in gemäßigten Gebieten im Winter die Hauptbestandteile der pelagischen Gesellschaft (Kapitel 4.2.3). Es bleibt zu untersuchen, ob diese Formen wirklich aufgrund ihrer Schwimmfähigkeit in der Lage sind, sich an der Oberfläche zu halten, um so das Winterlicht besser als andere Formen auszunutzen. Eine andere Möglichkeit wäre, daß einige Arten fakultativ heterotroph sind, bzw. daß sich die Artenzusammensetzungen innerhalb dieser Flagellatengesellschaften im Winter von denen im Sommer bezüglich eines größeren Heterotrophenanteils unterscheiden.

Nackte Ciliaten, Tintinnen und *Proto-peridinium* Arten nahmen bezüglich der Zellkonzentrationschwankungen eine Zwischenstellung zwischen Flagellaten und kleinen Dinoflagellaten einerseits und den Diatomeen andererseits ein. Dies beruht vermutlich auf der Tatsache, daß sie meist heterotroph sind und ihre Dynamiken hauptsächlich über das Nahrungsangebot, das unter anderem die Phytoplankter bilden, somit indirekt vom Lichtangebot gesteuert werden. In der letzten Zeit mehren sich jedoch Hinweise, daß neben *Myrionecta rubra*, die obligat autotroph ist und Endosymbionten trägt, viele *Strombidium* Arten und andere Gattungen aus der Gruppe der alorikaten Ciliaten zumindest zeitweise funktionierende Chloroplasten, die sie von ihrer Beute übernommen haben, besitzen und sich so autotroph ernähren (McManus und Fuhrmann 1986, Stoecker et al. 1987, Montagnes et al. 1988, Lindholm und Mörk 1989). Während der Artenanalyse wurden die Ciliaten nicht auf den Gehalt von Chloroplasten untersucht. Auf vielen Stationen im Wirbel und in der südöstlichen Küstenpolynya waren die Formen *Strombidium* cf. *diversum*, *Strombidium* cf. *hadai* zusammen mit *Myrionecta rubra* meist in höheren Dichten unter der Oberfläche zu finden. Diese Arten könnten sich - sowie auch andere *Strombidium* Arten - dank ihrer Schwimmfähigkeit direkt unter der Oberfläche aufhalten, um dort - sofern sie Chloroplasten enthielten - Photosynthese zu betreiben.

Auch im Meereis wurden Flagellaten, Dinoflagellaten und Ciliaten während unserer Expedition von Bartsch (1989) in großen Zahlen gefunden, jedoch nicht im Einzelnen unterschieden. Über Wechselbeziehungen zwischen Eis und Meereis können an dieser Stelle bedingt durch die Schwierigkeiten bei der Artunterscheidung nur für wenige Formen Aussagen getroffen werden: Aufgrund der wesentlich höheren Anzahlen von holotrichen Ciliaten im Meereis (Bartsch 1989) als im Wasser, wo diese meist vereinzelt festgestellt wurden, kann davon ausgegangen werden, daß diese Gruppe stark an das Eis assoziiert ist. Im Eis wurden von Bartsch (1989) *Proto-peridinium* Arten sehr vereinzelt, Tintinnen und Radiolarien gar nicht festgestellt; diese Formen sind wahrscheinlich vorwiegend planktisch. Die in der Wassersäule nachgewiesenen Choanoflagellaten waren fast immer geschädigt; sie waren, wie die Verteilungsmuster im Pelagial und die viel höheren von Bartsch (1989) im Eis festgestellten Zellzahlen belegen, nur aus dem Eiskantengebiet oder dem Zirkumpolarstrom eingetragen worden oder aus dem Eis herausgesunken.

Die Diatomeenarten waren, wie bereits dargelegt, in charakteristischen Mustern in der Wassersäule im Packeisgebiet und Polynya-gebiet verteilt. Die festgestellten Verteilungen spiegelten die Zirkulationsmuster des Weddellwirbels und des Küstenstroms und die Zusammensetzung im Meereis wider. Vielen im östlichen und südlichen Weddellmeer im Spätwinter und Frühjahr festgestellten Diatomeenarten, *Distephanus speculum* und der Gruppe der Choanoflagellaten konnten Verbreitungscharakteristika in Beziehung zu den Zirkulationsmustern und den Wechselwirkungen mit dem Meereis zugeordnet werden. Die einzelnen Arten wurden zu Gruppen zusammengefaßt, die in der Tabelle 19 aufgeführt sind. Die Einteilungen wurden in erster Linie nach der eigenen qualitativen und quantitativen Artenanalyse der Wasserproben vorgenommen. Berücksichtigt wurden auch die von Bartsch (1989) ausgezählten Häufigkeiten im Meereis während unserer Expedition und Literaturangaben über Fundorte bestimmter Arten. Die Arten, die während dieser Untersuchung in bestimmten Gebieten in der Wassersäule zu den bestandsbildenden gehörten, sind unterstrichen. Arten, die in verschiedenen morphologischen Formen gefunden wurden, sind in der Liste mit einem \* gekennzeichnet. Vergleichend sind rechts die von anderen Autoren getroffenen Einordnungen der Arten angegeben.

Die getroffenen Zuordnungen von Heywood und Whitaker (1984) wurden nach Angaben von Hardy und Gunther (1935), Hendey (1937), Hart (1934, 1942), Beklemishev (1958, 1960), Hasle (1968, 1969) El-Sayed (1971, 1973) Vladimirkaya et al. (1976) Holm-Hansen et al. (1977) und anderen zusammengestellt. Heywood und Whitaker (1984) erwähnen zwar pennate Kieselalgen als im Meereis vorkommend, diese sind in ihrem Schema jedoch nicht berücksichtigt. Da sie ihre Einteilungen nur unter bestimmten Gesichtspunkten vorgenommen hatten, werden weitere Einteilungen und Charakterisierungen eines Teils der aufgeführten Autoren getrennt angegeben. Viele dieser Autoren hatten ihrerseits zur Charakterisierung nicht nur ihre eigenen, sondern auch Befunde anderer verwendet. Hart (1934, 1942) zum Beispiel nahm seine Einteilungen für die gesamte Antarktis vor, der Hauptteil seiner Untersuchungen war jedoch im atlantischen Sektor erfolgt. Hustedt (1958) untersuchte Proben aus dem subantarktischen und antarktischen Gebiet westlich und östlich des 0-Meridians, und aus dem Gebiet des Kerguelensektors. Kozlova (1964) untersuchte den ostatlantischen und den indischen Sektor. Halse (1969) führte Untersuchungen im pazifischen Sektor und Steyaert (1973a, 1973 b und 1974) im ostatlantischen Sektor durch. Die Einteilungen von Semina (1979) gelten für die gesamte Antarktis.

Tabelle 19: Verbreitungscharakteristika von im Pelagial des östlichen Weddellmeeres festgestellten Diatomeen sowie anderer Formen unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen mit dem Meereis. Die einzelnen Arten wurden zu Gruppen (a bis l) zusammengefaßt. Die Arten, von denen unterschiedliche morphologische Typen festgestellt wurden, sind mit einem \* gekennzeichnet. Die Arten, die während dieser Untersuchung in bestimmten Gebieten in der Wassersäule zu den bestandsbildenden gehörten, sind unterstrichen. Vergleichend sind die von anderen Autoren getroffenen Zuordnungen angegeben.

	Heywood&Whitaker 1984	Hart 1942	Hustedt 1958	Kozlova 1964	Hasle 1968/69	Steyaert 1974	Semina 1979
	bestands- bildend	ozean./ nerit.	nördliche Ant.	südliche Ant.			
<b>a) Arten, durch Advektion eingetragen aus dem eisfreien Zirkumpolarstrom (ACC), i.e. aus dem Gebiet nordwestlich, nördlich und nordöstlich der Antarktischen Halbinsel. Davon werden einige Zellen auch ins Eis eingeschlossen, überleben selten:</b>							
<u>Chaetoceros curvisetum</u>							
<u>Chaetoceros atlanticum-dichaeta</u> *							
<u>Chaetoceros atlanticum</u>	X	oz.	Herbst	Herbst	ner./oz. (oz.bes.im Herbst) Norden bis Mitte	nördl. oz.	südl./nördl. nördl.,Som.
<u>Chaetoceros castracanei</u>					vorw.südl.,Som.		
<u>Chaetoceros skeleton</u> *						südl. ner.	
<u>Chaetoceros dichæta</u> *	X	oz.	Som.	Herbst	oz.überall, vorw. Herbst	vorw. 50-70°S, oz.	südl. ner. südl./nördl.
<u>Chaetoceros pendulum</u>		oz.			oz.überall nur in geringen Dichten		
<u>Chaetoceros peruvianum</u>					40-50°S, oz.		ganz nördl.
<u>Chaetoceros Typ c (Sektion Phaeoceros)</u>							
<u>Dactyliosolen antarcticus</u>	X	oz.	Herbst	Spätsom.	oz.Herbst,überall, bes.bei S.Georgia	vorw. 51-59°S, häufig, oz.	nördl. oz. südl./nördl.
<u>Nitzschia heimii</u>							
<u>Rhizosolenia antarctica</u>		oz.	Herbst	Herbst		bei 51°S häufig	südl./nördl.
<u>Rhizosolenia chunii</u> *		oz.	Herbst	Herbst			
<u>Thalassiosira frenguelli(opsis)</u>							südl. ner.
<u>Thalassiosira gravida</u>							südl. ner. ganze Ant.
<u>Thalassiosira lentiginosa</u>		oz.				bei 50-70°S häufig, u. subant., oz.	nördl. oz. ganze Ant.
<u>Thalassiosira maculata</u>							nördl. oz.
<u>Thalassiosira scotia</u>							
<u>Distephanus speculum</u>		oz.	Som.	Spätsom.	überall, auch an der Eiskante		südl./nördl.
<b>b) Arten, durch Advektion eingetragen aus dem ACC. Werden auch ins Eis eingeschlossen und überleben zum Teil dort; Im Eis kein oder wenig Wachstum:</b>							
<u>Chaetoceros bulbosum f. cruciata</u> *							
<u>Chaetoceros bulbosum var. Schimperiana</u> *		ner/oz.	x		vorw. im Süden		
<u>Chaetoceros convolutum</u>					nördl. bis Mitte		südl./nördl.
<u>Chaetoceros criophilum</u>	X	oz.	Herbst	Spätsom.	oz. vorw. Herbst	vorw. 50-70°S, oz.	nördl. oz. nördl./südl. oz. nördl.
<u>Chaetoceros dellandrei</u>							
<u>Chaetoceros Typ b (Sektion Phaeoceros)</u>							
<u>Rhizosolenia antennata f. semispina</u>		oz.	Herbst	x	Mitte-Süden		
<u>Thalassiothrix antarctica</u>	X	oz.	Herbst	Spätsom.	oz.-Herbst, Norden bis Mitte	51-59°S, oz.	nördl. oz. nördl.

Tabella 19: Fortsetzung

	Heywood&Whitaker 1984	Hart 1942	Hustedt 1958	Kozlova 1964	Hasle 1968/69	Steyaert 1974	Semina 1979
	bestands- bildend	ozean./ nerit.	nördliche Ant.	südliche Ant.			
<b>c) Arten, durch Advektion eingetragen aus dem ACC und autochthon im Weddellwirbel vorkommend. Werden ins Eis eingeschlossen; wachsen vorwiegend im Eis, besonders im Packeis und weniger im Polynyaeis (Packeisarten):</b>							
<i>Chaetoceros neogracile</i>							
<i>Nitzschia angulata</i>					nördl. oz.		
<i>Nitzschia closterium</i> *		ner.	Som.	Spätsom	in oz.Wasser nur a.d. Eiskante,nach Schmelze zus. mit <i>Phaeocystis</i>	südl./nördl.	
<i>Nitzschia kerguelensis</i>	X	ner./oz.	Frühl.- Som.	x	dominant ozeanisch und im Eis	50-70°S u. subant, oz.	nördl. oz. nördl.Wassers. oz. nördl. ganze Ant.
<i>Nitzschia cylindrus</i> (kleine Form) *		ner.	x	x		südl. ner. südl./nördl.	südl. ganze Ant.
<i>Nitzschia lineola</i>					vorw. 50-70°S	nördl. oz.	
<i>Nitzschia turgiduloides</i>		ner./oz.	x	Som.			
<i>Thalassiosira gracilis</i>		ner./oz.	x	x	oft massenh. im Plkt. bei 69-41°S	südl./nördl.	südl./nördl.
<i>Thalassiosira perpusilla</i>		oz.				südl. ner./nördl. oz.	Ostwinddrift
<i>Tropidoneis glacialis</i>						südl./nördl.	
<i>Tropidoneis antarctica</i>					vorw. 40-50°S	nördl. oz.	
Choanoflagellaten							
<b>d) Arten, sowohl im ACC als auch autochthon in der Wassersäule im Weddellwirbel und in der Küstenpolynya vorkommend, mit Schwerpunkt am nördlichen und südlichen Wirbelrand (Wirbelrandarten); werden auch ins Packeis und Polynyaeis eingeschlossen und können darin wachsen:</b>							
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> *		oz.	x	x			
<i>Chaetoceros neglectum</i> *		ner.	Spätsom.	Herbst	ner. Eiskante	südl. ner.	südl./nördl. oz./ner.Frühjahr ganze Ant.
<i>Corethron criophilum</i> *	X	ner./oz.	Herbst	Spätsom	überall zu allen Jahreszeiten	vorw.50-70°S, Massenform, oz.	südl./nördl. überall: oz. und Küste
<i>Eucampia balaustium</i> *	X	oz.	Som.	Herbst	ner. Eiskante	überall, bes. südl.	südl. ner./nördl. oz. südl./nördl. Küste ganze Ant.
<i>Rhizosolenia alata</i> , f. <i>gracillima</i> , f. <i>inermis</i> , f. <i>truncata</i> *	X	oz.	x	x	meist f. "gracilli- ma", Mitte-Süden	(f.inermis)nördl. oz. südl./nördl.	
<b>e) Arten, im südlichen ACC an der Meereiskante, im Packeis und im Polynyaeis und auch im Wasser des Weddellwirbels und der Polynya vorkommend:</b>							
<i>Nitzschia curta</i>	X	ner.	x	x	typische Eisrand- form	vorw.60-70°S, Massenform im Schmelzwasser	südl. ner. südl./nördl. und Eisunterseite überall, vorw. ner. südl.,Meereis ganze Ant.
<i>Nitzschia ritscheri</i>		oz.	x	x		vorw. 60 - 70°S	südl. ner.
<b>f) Arten, im Packeis und im Polynyaeis des Weddellmeeres vorkommend, gelangen auch ins Wasser:</b>							
<i>Nitzschia subcurvata</i>			x	x			
<i>Navicula criophila</i>					vorw. 60-70°S	nördl. oz.	südl./nördl.
<b>g) Arten, im Packeis des Weddellwirbels vorkommend, gelangen auch ins Wasser:</b>							
<i>Nitzschia prolongatoides</i>		oz.	Som.	Som.			

h) Arten, mit Schwerpunkt in der Wassersäule der Küstenpolygyna vorkommend; gelangen auch ins Polygyaale (vor allem in der südlichen Polygya durch ins Meer eis eingetragene Plätteneis-schichten) und dann durch Eisverfrachtung ins Packeis:

<i>Chaetoceros Typ a</i>									
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>									
<i>Coscinodiscus ocelloides</i>	ner.	x	x	vorw. 60-70°S,	südl./ner.	südl.			
<i>Coscinodiscus ocellus-iridis</i>	ner./oz. Som.	x		vereinzelt					
<i>Melosira sphaerica</i>									
<i>Odontella weissflogii</i>	ner. Früh- Frühso-	x	x	überall, bes. südl.	südl./ner.	südl.	ner. in geringen	Ostwinddrift	
<i>Parasira pseudodenticulata</i> *	oz. Frühso. Som.	x	x	vorw. 60-70°S,	südl./ner.		ner. in geringen	Ostwinddrift	
				häufig 66-69°S			Dichten, Eis		
<i>Parasira glacialis</i>	ner.	x	x					ganze Ant.	
<i>Stellatima microtrias</i> *	oz.	x	x	vorw. 60-70°S,	nördl./oz.			ganze Ant.	
<i>Thalassiosira antarctica</i>	ner./oz. Frühso.	x	x	Eisante, ner. Bli-	südl./nördl.	südl.		ganze Ant.	
	- Som.			ten, oz. auch vorh.					
<i>Thalassiosira nitschei</i>		x	x	vorw. 60-70°S	südl./ner.				

i) Arten, mit Schwerpunkt im Polygyaleis, jedoch auch im Packeis vorkommend; gelangen auch ins Wasser:

<i>Amphiprora kufferathii</i>	ner.	x	x	südl./nördl.	südl./nördl.	südl.		ganze Ant.	
<i>Nitzschia cylindrus (lange Form)</i> *	ner.	x	x	vorw. 60-70°S	südl./nördl.	südl.			
<i>Nitzschia lecontei</i>	ner.	x	x	vorw. 60-70°S	südl./nördl.	südl.			
<i>Nitzschia neglecta</i>				vorw. 60-70°S	nördl./oz.				
<i>Nitzschia obliquocostata</i>	ner.	x	x	vorw. 60-70°S,	südl./nördl.	südl./Meer eis			
<i>Nitzschia sublinearis</i>	ner.	x	x	vorw. 60-70°S	südl./ner.	südl.		Ostwinddrift	
<i>Nitzschia taeniiformis</i>				vorw. 60-70°S	südl./ner.				
<i>Thalassiosira kozlovii</i> *				vorw. 60-70°S	nördl./oz.				
<i>Tropidoneis baltica</i>				vorw. 60-70°S	nördl./oz.				
<i>Tropidoneis Vanheurnkii</i>				südl./nördl.					

j) Arten, mit Küstensteins assoziiert:

<i>Amphiprora oestrupii</i>				südl./ner.					
<i>Nitzschia stellata</i>				südl./ner., subtil.					südl. Eisform

k) Arten, im Wasser des Weddellwirbels und der Küstenpolygyna vorkommend:

<i>Chaetoceros bulbosum (Sollitärform)</i> *	ner.	Späso.	Herbst	überall, bes. südl.	nördl./oz.	südl./nördl.		ganze Ant.	
<i>Rhizosolenia alata i. truncata (schmale Form)</i> *									

l) Arten, überall im Wasser, jedoch selten auftretend; oft als leere Schalen:

<i>Thalassiosira tumida</i>	ner./oz.	x	x	nördl./oz.					
<i>Asmphalus hookeri</i>	oz.	x	x	vorw. 50-70°S und	nördl./oz.				
				subant./oz.					
<i>Asmphalus hyalinus</i>	ner./oz.	x	x	überall, bes. südl.	nördl./oz.			ganze Ant.	
<i>Achnocclus actinocyllus</i>	ner.	x	x	vorw. 60-70°S	südl./ner.	südl.		Ostwinddrift	

Meist fanden die Expeditionen im Frühjahr, Sommer und Herbst statt und führten oft nicht bis an den Kontinent heran. In den aufgeführten biogeographischen Untersuchungen und auch in anderen älteren Veröffentlichungen wie in van Heurck (1909), Heiden und Kolbe (1928), Beklemishev (1958 und 1960), Manguin (1960) wurde die Besiedlung des Meereises durch Diatomeen, die seit Hooker (1847) bekannt war, mit in Betracht gezogen. So erwähnt Hart (1942) das Auftreten von Formen an der Eiskante und setzte bei seiner Einteilung die Begriffe neritisch und "an der Eiskante auftretend" weitgehend gleich. Hustedt (1958) stellte fest, daß die meisten Diatomeen südlicher Gebiete als neritische Formen im Eisgrenzgebiet leben. Koslova (1964) führt die wesentlich größere Heterogenität der qualitativen Zusammensetzungen des Phytoplanktons zwischen verschiedenen Gebieten in der Ostwinddrift im Vergleich zu Gebieten in der Westwinddrift auf das im Süden saisonale Auftreten des Meereises zurück und bezeichnete alle Formen südlich der Divergenz als neritische Formen und nördlich davon als ozeanische Formen. Sie stellt fest, daß die ozeanischen Arten weniger vom Eis beeinflusst sind. Hasle (1969) macht in ihrer Einteilung für einige Formen Angaben über das Auftreten im Meereis oder im Eisrandgebiet. Steyaert (1973 a, 1973 b und 1974) untersuchte neben Wasserproben auch Eisproben. Sie erwähnt das Auftreten einiger Arten im Meereis und schließt u.a., daß *Nitzschia curta* aus dem Eis in die Wassersäule gelangt und dort weiterwächst.

Als entscheidend für die Ökologie vieler Phytoplanktonarten wurde das Meereis nur von Beklemishev (1958 und 1960) Hasle (1969) und von Steyaert (1973 b, 1974) angesehen. Beklemishev (1958 und 1960) stellte heraus, daß viele der die südliche Antarktis bewohnenden Diatomeen Eisformen seien und bezeichnet die südliche Zone als "glacioneritische" Zone. Steyaert (1973 b) führt den Unterschied der Phytoplanktonbesiedlung in der Bred Bay in zwei verschiedenen Jahren auf die unterschiedlichen Meereisbedingungen zurück.

Neuere Untersuchungen haben die Besiedlung des Meereises direkt mit der Artenzusammensetzung in der Wassersäule an der Eiskante verglichen (Garrison und Buck 1985, Garrison et al. 1987), jedoch nur für einige Arten konnte das Meereis als Saatbeet für die Plankter in der Wassersäule nachgewiesen werden (siehe Kapitel 4.3.2). Nach den Ergebnissen von Clarke et al. (1984), Garrison und Buck (1985), Leventer und Dunbar (1987), Garrison et al. (1987) und von Bartsch (1989) wird das Meereis vorwiegend von pennaten, jedoch auch von zentrischen Diatomeen besiedelt, die in bestimmten Gebieten sogar die dominante Fraktion bilden können (Watanabe 1982, Bartsch 1989). Andererseits besiedeln pennate Diatomeen - besonders Arten aus der *Nitzschia* Gruppe *Fragillariopsis* - die Wassersäule und bilden dort zuweilen Blüten. Dies zeigen u.a. die Charakterisierungen der pennaten Formen nach ihren Verbreitungsmustern im Pelagial in der Tabelle 19. Auch in vielen Eisrandblüten bzw. Eisrandpopulationen gehörten Pennate zu den bestandsbildenden Formen (Garrison und Buck 1985, Smith und Nelson 1985, Garrison et al. 1987, Fryxell und Kendrick 1988, Fryxell 1989).

Unter Berücksichtigung der Angaben der Autoren, die in Tabelle 19 aufgeführt sind, der Angaben über die Fundorte verschiedener Diatomeenarten in van Heurck (1909), Manguin (1915), Heiden und Kolbe (1928), Hendey (1937), Manguin (1960), Hayes et al. (1984) und weiteren Angaben von Hart (1934 und 1942), Beklemishev (1958 und 1960), Hasle (1969) und Steyaert (1973 a, 1973 b und 1974), sowie der Ergebnisse von Garrison und Buck (1985), Priddle (1985), Theriot und Fryxell (1985), Priddle et al. (1986), Heywood und Priddle (1987), Garrison et al. (1987), Fryxell und Kendrick (1988), Bartsch (1989), Fryxell (1989) und anderen und nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung kann festgestellt werden. Die verschiedenen Diatomeenarten treten im Wasser und im Meereis auf, jedoch können sie eingeteilt werden nach ihrem Lebensschwerpunkt, bzw. nach dem Habitat ihrer Hauptentfaltung: 1) im freien Wasser, 2) im Meereis und 3) sowohl im Meereis als auch im freien Wasser. Die Mehrzahl der Mitglieder der ersten Gruppe gehört zu den zentrischen, der Mitglieder der zweiten Gruppe gehören fast ausschließlich zu den pennaten Diatomeen und die Mehrzahl der Mitglieder der dritten Gruppe zur *Fragillariopsis* Gruppe aus der pennaten Gattung *Nitzschia*. Ähnliche Einteilungen der Meereis- oder Wasserbesiedlungsmuster können vermutlich auch innerhalb der anderen Phytoplankton- und Protozooplanktongruppen getroffen werden, sind jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht durchzuführen.

Die in Tabelle 19 zusammengestellten von den anderen Autoren angegebenen räumlichen und zeitlichen Verbreitungsmuster und Charakteristika der Arten unterschieden sich zum Teil untereinander und von den im Rahmen dieser Untersuchung festgestellten Mustern. Die Unterschiede der Einordnungen sind sicher einerseits in den unterschiedlichen Sammeltechniken und in den verschiedenen beprobten Gebieten begründet, andererseits spiegeln sie inhärente zeitliche Heterogenitäten der Phytoplanktonverteilung wider, wie sie z.B. auch von

Steyaert (1973 b) aufgezeigt wurden. Ungefähr übereinstimmend innerhalb der Einordnungen der Autoren und mit den Angaben der vorliegenden Untersuchung sind Arten, die als bestandsbildend charakterisiert werden. Dies bedeutet, daß die gleichen Arten wie im Winter und zeitigen Frühjahr auch zu anderen Jahreszeiten bei günstigen Bedingungen die dominanten Formen stellen.

Die in dieser Arbeit als "nördliche, ins Weddellmeer eingetragene aus dem Zirkumpolarstrom stammend" eingeordneten planktischen Arten (Gruppen **a**, **b**) werden von den anderen Autoren meist als ozeanische Formen bezeichnet. Dies sind hauptsächlich *Chaetoceros* Arten aus der Sektion *Phaeoceros* und *Rhizosolenia* Arten. Arten, die als "vorwiegend im Meereis vorkommend und wachsend" eingeordnet werden (Gruppen **f**, **l**, **j**) werden von den anderen Autoren als "neritische, südliche", als "glacioneritische" (Beklemishev 1958) aber auch als "nördliche, ozeanische" Arten eingeordnet. Die Arten, die in dieser Arbeit als "im Eis und auch im Wasser" bzw. "im Wasser und auch im Eis vorkommend" eingeordnet wurden (Gruppen **e** und **h**), werden von den anderen Autoren als "südlich, neritisch, an der Eiskante vorkommend" und wenige auch als "nördlich, ozeanisch" eingeordnet. "Neritisch", das vom Wortsinn "über dem Schelf oder in Küstennähe auftretend" bedeutet, würde somit nicht nur in Wechselwirkung mit dem Boden, sondern auch in Wechselwirkung mit dem Meereis modifiziert durch die zeitlichen und räumlichen Muster der Vordringens und des Rückzuges der Meereisdecke bedeuten. Arten, die als "vorwiegend in der Wassersäule sowohl des Zirkumpolarstroms, als auch des Küstenstroms jedoch auch im Weddellwirbel und selten im Eis auftretend" charakterisiert und als "Wirbelrandarten" bezeichnet werden (Gruppen **d**, **l**), werden von den anderen Autoren meist als "ozeanisch und/oder neritisch", bzw. "südlich und/oder nördlich" eingeordnet. Oder die Verbreitungsgebiete dieser Arten werden zum Teil als unsicher oder wechselnd angegeben. Auch die Arten die als "durch Advektion eingetragen aus dem ACC und autochthon im Weddellwirbel vorkommend, vorwiegend im Eis wachsend" und als "Packeisarten" charakterisiert werden (Gruppen **c**, **g**), werden ebenfalls meist als "ozeanisch und/oder neritisch", bzw. "südlich und/oder nördlich" eingeordnet. Die Arten der Gruppen **d** und **l** sind weitverbreitet und vorwiegend planktisch, auch die Arten der Gruppen **c**, **g** und **e**, **f** sind weitverbreitet und vorwiegend Eisformen.

Die Einordnungen durch die anderen Autoren wurden unter Berücksichtigung der großen horizontalen Zirkulationen - der Westwinddrift und der Ostwinddrift - getroffen. Die Zirkulationsmuster der großen Wirbel (Weddellwirbel, Rossmeerwirbel) kamen zwar bei Hart (1942) in seiner Einteilung der großen biogeographischen Zonen des Phytoplanktons als Unregelmäßigkeiten zum Tragen. Er maß diesen Wirbeln jedoch keine besondere Bedeutung für die Phytoplanktonökologie zu. Nur Beklemishev (1958) schlägt als Austauschmechanismus zwischen Ostwinddrift und Westwinddrift zyklonische Wirbel vor: Er führt aus, daß östlich der antarktischen Halbinsel die Arten aus dem Gebiet südlich der Divergenz ("upper Antarctic species") mit dem Wirbel weit nach Norden in die "lower Antarctic subregion" verfrachtet werden könnten und sich mit den dortigen Arten vermischen; umgekehrt könnten Arten weiter östlich von Norden über die Divergenz nach Süden gelangen. Für die Ausbreitungsmuster und Jahreszyklen der Arten wurde die Bedeutung der Wirbel und die Bedeutung des Meereises als Substrat unterschätzt. Ebenso unterschätzt wurde, nach den Einteilungen und Angaben der oben aufgeführten Autoren zu schließen, die Bedeutung des Meereises als Urheber von vielen beobachteten ozeanischen Blüten, die wahrscheinlich Eisrandblüten waren. Nur Hart (1942) charakterisierte viele Blüten als mit der Eiskante assoziiert.

Als entscheidend wurde außerdem in den in Tabelle 19 aufgeführten Arbeiten und in vielen anderen älteren Arbeiten (s.o.) die Wassertemperatur angesehen. Die beobachteten Verteilungen und Phytoplanktonentwicklungen konnten mit den Verteilungen und Entwicklungen der Oberflächentemperaturen in vielen Fällen in sinnvolle Zusammenhänge gebracht werden, da die Temperaturen die Wassermassenverteilungen und indirekt die Meereisbedingungen widerspiegeln. Zur Entwicklung des Meereises gehört unter anderem die Freigabe der Wasserflächen im Frühjahr mit dem Fortschreiten von Eiskantenblüten in schmelzwasserstabilisierten Oberflächenschichten von Norden nach Süden. Die Einordnung von Eisalgenarten oder von an Eiskanten blühenden Arten als neritische oder südliche Formen trifft oft zu, weil das Meereis im Süden in Kontinentnähe relativ viel länger als im Norden existiert und fortlaufend diese Arten in die Wassersäule entläßt, wo sie dann weiter wachsen können.

Die in dieser Untersuchung als "im Zirkumpolarstrom vorkommend und zum Teil unter das Meereis verfrachtet" charakterisierten Arten (Gruppen **a**, **b**, **c** und auch **d**) wurden auch in neueren Untersuchungen im nordwestlichen Weddellmeer und im Zirkumpolarstrom (im Gebiet



nordwestlich, nördlich und nordöstlich der antarktischen Halbinsel) neben Arten aus den anderen Gruppen als bestandsbildende Arten festgestellt (Fryxell et al. 1979, Hayes et al. 1984, Priddle 1985, Theriot und Fryxell 1985, Priddle et al. 1986, Heywood und Priddle 1987 u.a.). Im Gebiet in der Nähe der Halbinsel und der vorgelagerten Inseln können diese Phytoplanktongesellschaften verhältnismäßig hohe Biomassen aufbauen (Sakshaug und Holm-Hansen 1984, El-Sayed 1988).

Im Frühjahr setzt sich nach Analysen von Garrison et al. (1987) und Angaben von Fryxell und Kendrick (1988) im nordwestlichen Weddellmeer die Blütengesellschaft am Meereisrand zusammen aus nördlichen Formen aus dem Zirkumpolarstrom, aus Formen, die aus dem Meereis stammen, und auch aus Formen aus dem Weddellwirbel und dem Küstenpolynya-gebiet. Im Gebiet nördlich, nordwestlich und nordöstlich der Spitze der antarktischen Halbinsel werden somit während der gesamten Wachstumsperiode (Frühjahr, Sommer, Herbst) nicht nur die als "nördliche" charakterisierten Arten, sondern auch die planktischen Arten angetroffen, die in dieser Untersuchung im Spätwinter nur im Küstenpolynya-gebiet auftraten (Gruppe h). So stellten dort Heywood und Priddle (1987) im Sommer *Odontella weissflogii* als eine der dominanten Arten fest. Fryxell (1989) fand im nordwestlichen Weddellmeer an der Eiskante im Frühjahr und im Herbst *Stellarima microtrias* als eine der bestandsbildenden Arten. Gersonde und Wefer (1987) fanden im Halbinselgebiet in Sedimentfallen unter anderem *Stellarima microtrias*, *Thalassiosira ritscheri* und *Thalassiosira antarctica*. Die letzte Art gehörte in den Fallen zu den dominanten Formen. *Thalassiosira antarctica* wurde in diesem Gebiet auch von Horne et al. (1969), Whitaker (1982) und von Bodungen et al. (1986) im Sommer als eine dominante Form beschrieben. "Küstenpolynyaarten" treten somit außerhalb des Winters in nördlichen Gebieten als bestandsbildende Arten auf. All diese Befunde weisen darauf hin, daß die Ausbreitungsmuster der Arten im Weddellmeer im Zusammenhang mit den Zirkulationsmustern des Wassers und der Meereisdecke stehen.

#### Lebensformtypen der Diatomeen im Spätwinter und Frühjahr

Während der Auszählungen wurden von einigen Diatomeenarten unterschiedliche morphologische Typen festgestellt. Die Beschreibung und Zuordnung der antarktischen Diatomeenarten durch die Taxonomen erfolgte bisher größtenteils an gesammeltem Material und selten an Kulturen. Deshalb herrschen in der taxonomischen Literatur noch große Unklarheiten bezüglich der verschiedenen zu bestimmten Arten gehörenden Formen. Über ihre Stellungen im Rahmen der Lebenszyklen der einzelnen Arten ist noch weniger bekannt. Im folgenden Kapitel sollen die in dieser Untersuchung festgestellten unterschiedlichen Formen und deren räumliche und zeitliche Verteilungsmuster aufgeführt und mögliche Bedeutungen für die Ökologie und Ausbreitungsmuster der entsprechenden Arten aufgezeigt werden. Die Arten sind in der Tabelle 19 mit einem \* gekennzeichnet:

*Chaetoceros neglectum*, *Corethron criophilum*, *Eucampia balaustium* und *Rhizosolenia alata* wurden im ganzen östlichen Wirbel und im Küstenstrom festgestellt, waren jedoch nur am südlichen Rand des Zirkumpolarstroms und in der Küstenpolynya in relativ hohen Konzentrationen vorhanden. Sie traten in verschiedenen morphologischen Formen auf, von denen einige vermutlich Überwinterungsstadien darstellen:

*Chaetoceros neglectum* trat im Spätwinter im Eiskantengebiet im Norden nur als geradborstige Form auf. In der Küstenpolynya war diese Form dominant und nur wenige Zellen mit gekrümmten Borsten wurden angetroffen. Bei beiden Formen lagen die Zellgrößen ungefähr bei 7 µm. Im Frühjahr war im Eiskantengebiet nur die Form mit gekrümmten Borsten zu finden. In der taxonomischen Literatur wird diese Form meist mit gekrümmtem, jedoch auch mit geraden Borsten abgebildet. Diese Art schien somit im Winter im Norden an der Eiskante in einer anderen morphologischen Form als im Frühjahr zu existieren. Die Möglichkeit, daß es sich doch um zwei verschiedene Arten handelt, ist gerade bei den kleinen, schwierig zu bestimmenden *Hyalochaete* Formen nicht auszuschließen.

Die schmale Form von *Corethron criophilum* trat vorwiegend im Wirbelgebiet auf. Sie war im Gegensatz zu den breiteren Formen nie lädiert oder wirkte "ledrig". Es handelt sich vermutlich um eine Winterform, die in der Wassersäule und/oder im Meereis überdauert. Schon Hart (1942) vermutete, daß die kleine Form von *Corethron* eine Überwinterungsform im Meereis darstelle.

Von *Eucampia balaustium* werden immer verschiedene Formen gefunden, die offensichtlich zu unterschiedlichen Jahreszeiten oder in verschiedenen Gebieten existieren und von denen einige Dauersporen oder Dauerzellen sind. Diese Art wird im Vergleich zu anderen Arten häufiger mit Dauersporen angetroffen (Hoban et al. 1980, Burckle 1984). In der taxonomischen Literatur herrscht deshalb teilweise Unklarheit über die verschiedenen Formen. Heiden und Kolbe (1928), Hustedt (1958) und Kozlova (1964) unterscheiden bei *Eucampia balaustium* aufgrund der unterschiedlichen Morphologie eine feinporige Sommersporenform mit stumpfen Enden und eine gröber areolierte Winterform mit spitzen Enden. Diese werden von Fryxell (1989) als südliche bzw. nördliche Formen bezeichnet. Hart (1942) fand im Sommer lange Ketten der vegetativen Zellen und im Winter Dauersporenketten aus vier und selten mehr Zellen bestehend. Hoban et al. (1980) identifizierten die feinporige Form als vegetative Zelle und die grobporige Form als Dauerspore. Fryxell (1989) vermutet, daß die von ihr an der Eiskante gefundenen Zellen mit grober Areolierung und spitzen Enden keine echten Dauersporen, sondern Ruhezellen waren, da die Zellen nicht mit Speicherstoffen angefüllt waren. In den Proben dieser Untersuchung wurde *Eucampia balaustium* im Norden und in der Küstenpolynya immer mit Dauersporen an den Zellkettenenden festgestellt und im Frühjahr in der Untereiswasserschicht auf den Stationen im nordöstlichen Polynya- und im Weddellwirbelgebiet als relativ kleine sehr schwach verkieselte Form. Diese zarte Form war vermutlich aus dem Packeis in die Wassersäule gelangt und könnte eine Eisüberwinterungsform darstellen.

*Rhizosolenia alata* trat im Untersuchungsgebiet meist als forma *gracillima*, jedoch auch als forma *inermis* und selten als forma *truncata* (breite Form) auf. Außerdem wurde vorwiegend im Weddellwirbel unter dem Packeis und sehr selten in der Küstenpolynya eine schmale forma *truncata* festgestellt, die im Gegensatz zu den anderen Formen nie ledrig oder lädiert erschien. Die Verbindungen zwischen den einzelnen Formen von *Rhizosolenia alata* und die Ursachen für die Ausbildungen der jeweiligen sind noch nicht bekannt. Sundström (1986) erschuf für diese Art eine neue Gattung "*Proboscia*", mit *Rhizosolenia* bzw. *Proboscia alata*, unter der er die forma *gracillima* versteht, als Genotypen. Für die anderen beschriebenen formae forderte er die Einordnung in eigenständige Arten, weist jedoch auf viele noch bestehende Unklarheiten hin. Nöthig (1988) fand während ihrer Untersuchungen an Sommerphytoplankton aus dem südöstlichen Weddellmeer Übergänge zwischen den einzelnen Arten, sie stellte jedoch nie die schmale forma *truncata* fest. Die unterschiedlichen Formen sind deshalb eher einer Art zuzurechnen und stehen vermutlich in Zusammenhang mit einem durch die Zirkulationsmuster des Wassers und des Meereises geprägten Lebenszyklus der Art. Die schmale forma *truncata* könnte eine Überwinterungsform darstellen.

Im Gebiet der Eiskante traten von den Arten *Chaetoceros dichchaeta*, *Rhizosolenia chunii* und *Nitzschia closterium* im Spätwinter andere Formen als im Frühjahr auf; sie könnten ebenfalls Überwinterungsformen darstellen:

Nur im Winter wurde im Eiskantengebiet eine Form beobachtet, die wie eine Übergangsform zwischen *Chaetoceros dichchaeta* und *Chaetoceros atlanticum* aussah und als *Chaetoceros atlanticum-dichchaeta* bezeichnet wurde. Von *Chaetoceros dichchaeta* selbst wurden nur im Frühjahr neben den Zellen normaler Größe auch kleine Zellen (ca. 50%) festgestellt. Diese Form wird auch in der Literatur beschrieben (Hustedt 1958) und zum Teil mit anderen Namen belegt (Karsten 1905). Nach Hustedt (1958) wird diese kleine Form oft mit *Chaetoceros neglectum* verwechselt.

Im Frühjahr war in der nördlichen Wirbelflanke die Mehrzahl der Zellen von *Rhizosolenia chunii* die breite von Manguin (1960) als "phase juvenile" beschriebene Form. Die Form normaler Breite wurde sowohl im Spätwinter als auch im Frühjahr im Weddellwirbel und der Polynya nur vereinzelt festgestellt.

Ein großer Teil der Zellen von *Nitzschia closterium* war im Frühjahr sehr kurz und schmal; sie ähnelten *Nitzschia subcurvata*. Die gleiche Form war von Hasle (1969) in der Antarktis im Meereis festgestellt und als *Nitzschia "closteroides"* bezeichnet worden. Steyaert (1973 a, 1973 b und 1974) fand die gleiche Form im Wasser, sie wurde von ihr im Meereis jedoch nicht festgestellt. *Nitzschia closterium* hatte sich während unserer Expedition im Frühjahr im schmelzenden Meereis zu großen Beständen entwickelt (Bartsch 1989). Von Bartsch wird jedoch nicht angegeben, ob die "*closteroides*" Form vorhanden war. Nach den Verteilungsmustern in der Wassersäule zu schließen war diese Art aus dem Eis in die Wassersäule gelangt, die kleine Form könnte vielleicht eine Eisform sein.

Auch im Weddellwirbelgebiet und in der Küstenpolynya wurden verschiedene Formen einiger Diatomeen - *Chaetoceros bulbosum*, *Chaetoceros skeleton*, *Odontella weissflogii*, *Porosira pseudodenticulata*, *Stellarima microtrias* und *Nitzschia cylindrus* - festgestellt. Bei einigen unterschieden sich die Verteilungsmuster im Winter und im Frühjahr:

Die Solitärform von *Chaetoceros bulbosum* trat vereinzelt im Spätwinter und Frühjahr im Weddellwirbel und im Frühjahr auch in der Küstenpolynya auf. Sie wirkte immer intakt, ähnlich wie die schmale *truncata* Form von *Rhizosolenia alata*. Im Frühjahr wurde diese Form nur in der südlichen Flanke festgestellt. Im Gegensatz zum Winter traten während des Süd-Nord-Schnittes *Chaetoceros bulbosum* f. *cruciata* und *Chaetoceros bulbosum* var. *Schimperiana* vereinzelt bereits auf den nördlichen Stationen der südlichen Wirbelflanke auf. Deren Dichten, besonders die der letzteren, nahmen auf den Stationen am Packeisrand zu. Diese Formen könnten entweder in die nördliche Flanke eingetragen worden sein, oder sie könnten sich aus anderen Formen wie z. B. der Solitärform, die dann eine Überwinterungsform im Eis oder in der Wassersäule darstellen würde, entwickelt haben.

*Chaetoceros skeleton* trat im Frühjahr auf den nördlichsten Weddellwirbelstationen etwas häufiger als im Winter auf. Über die Eigenständigkeit dieser Art, bzw. die Zuordnung zu einer anderen Art besteht noch Unklarheit, auch über die Morphologie. Die während dieser Untersuchung festgestellte Form entspricht der von Cleve (in Mangin 1915) beschriebenen. Sie wird von Heiden und Kolbe (1928) als *Chaetoceros dichæta* var. *polygona* bezeichnet. Mangin (1915) stellt sie als Varietät zu *Chaetoceros dichæta*, Hustedt (1930) stellt sie zu *Chaetoceros atlanticum*. Vermutlich handelt es sich bei dieser Form tatsächlich nicht um eine eigenständige Art, sondern um eine Form des Lebenszyklus einer Art aus der Sektion *Phaeoceros*.

Von *Odontella weissflogii* wurden im Frühjahr unter dem Eis auf den im nordöstlichen Polynya- und im südlichen Weddellwirbelgebiet gelegenen Stationen kleine schwach verkieselte Formen ähnlich wie von *Eucampia balaustium* festgestellt. Diese Formen könnten ebenfalls Eisüberwinterungsstadien darstellen, die mit der Schmelze in die Wassersäule gelangt waren. Als weiteres Überdauerungsstadium dieser Art kommt außerdem die in geringen Anzahlen festgestellte Dauerspore in Betracht.

Nach Beginn der Meereisschmelze wurden in den Proben aus dem Gebiet vor dem Drescher Inlet ungewöhnlich große Zellen (ca. 100 µm) von *Porosira pseudodenticulata* und *Stellarima microtrias* festgestellt. Da das Auftreten dieser Formen mit der Schmelze einherging, könnten diese Zellen in die Wassersäule gelangte Erstlingszellen nach der Auxosporenbildung darstellen, die bei den Arten aus dieser Familie in der Plättcheneisschicht im Drescher Inlet in großem Ausmaß beobachtet worden war.

Ungefähr ein Drittel der gezählten Zellen von *Stellarima microtrias* waren Sporen. Hasle et al. (1988) postulieren aufgrund von morphologischen Merkmalen, daß *Stellarima microtrias* nicht nur Dauersporen, sondern auch Ruhezellen bildet, da sie Zelltypen fanden, die schalenmorphologische Merkmale der Sporen und der vegetativen Zellen besitzen. Diese Merkmale sind im Lichtmikroskop nicht auflösbar, deshalb könnte ein Teil der als *Stellarima microtrias* Sporen identifizierten Zellen in unseren Proben Ruhezellen (sensu Hasle et al. 1988) gewesen sein.

Nach Schmelzbeginn konnten einige Proben vom schmelzenden Eis und auch von der gelb verfärbten Schneeauflage erhalten werden. Im schmelzenden Meereis wurde neben vielen anderen Diatomeen die kleine Form von *Nitzschia cylindrus* in hohen Dichten festgestellt, ebenso von Bartsch (1989). In der Schneeauflage bestand die Algenbesiedlung aus Kolonien von *Phaeocystis* sp. sowie großen Anzahlen der langen Form von *Nitzschia cylindrus* und relativ wenigen kleinen Formen dieser Art. Die lange Form wird von van Heurck (1909) als "forma longa" beschrieben. Jedoch von Hustedt (1958) und von Hasle (1965 b) werden beide, lange und kleine Form, als zur gleichen Art zugehörig eingeordnet. Zwischenformen mittlerer Größe wurden bisher nicht beschrieben und auch während unserer Untersuchungen nicht festgestellt. Nach den Verteilungsmustern im Meereis und in der Schneeauflage zu schließen handelt es sich eventuell doch um zwei verschiedene Arten, die unterschiedliche Salzgehaltstoleranzen besitzen. Oder die beiden verschiedenen großen Formen von *Nitzschia cylindrus* entwickeln sich gerade aufgrund der unterschiedlichen Umgebungsbedingungen im Meereis bzw. im Schnee.

Bei den folgenden Arten - *Leptocylindrus mediterraneus*, *Thalassiosira kozlovii*, *Phaeocystis* sp. sowie *Nitzschia closterium* und Kolonien von *Phaeocystis* sp. - wurden ebenfalls Besonderheiten beobachtet, die mit deren Lebenszyklen in Zusammenhang stehen könnten:

*Leptocylindrus mediterraneus* wurde in der Oberflächenschicht am südlichen Rand des Zirkumpolarstroms mit vielen epiphytischen Flagellatenkränzen (*Solenicola setigera*) festgestellt. Im Wirbel und in der Küstenpolynya war diese Art immer mit wenigen Flagellatenkränzen zu finden. Im oberen WDW wurden im Winter und im Frühjahr im Vergleich zu den Konzentrationen der anderen Diatomeen viele Individuen zum Teil mit mehreren Kränzen gefunden. In der Oberflächenschicht trat sie der Küstenpolynya etwas häufiger als im Wirbel auf. Ähnliche Verteilungsmuster wurden von Hasle (1969) im pazifischen Sektor und von Fryxell (1989) im Nordwestlichen Weddellmeer beschrieben. Hasle (1969) stellte im Sommer *Leptocylindrus mediterraneus* teilweise bewachsen mit vielen Flagellaten im Norden in der Oberflächenschicht und im Süden nur in der Tiefe fest. Fryxell (1989) fand diese Art im nordwestlichen Weddellmeer im Frühjahr meist mit vielen Flagellaten bewachsen ebenfalls in tieferen Schichten; im Herbst wurden von ihr nur vereinzelt Zellen immer mit wenigen Flagellatenkränzen festgestellt. Die vertikale und horizontale Verteilung dieser Art in unterschiedlichen Wassermassen ist wahrscheinlich abhängig von den Jahreszeiten. Der Flagellatenbewuchs steht mit diesen Verteilungsmustern vermutlich in Zusammenhang.

Im Küstenpolynya-gebiet wurden in der Wassersäule wenige Zellen von *Thalassiosira kozlovii* festgestellt. Im südlichen Polynya-gebiet waren höhere Konzentrationen in den mit Meereis vermischten Proben vorhanden. Diese Art wurde zuerst als *Coscinosira antarctica* von Mangin (1915) beschrieben. Er fand sie immer zusammen mit *Thalassiosira antarctica*. Im mikroskopischen Erscheinungsbild in unseren Proben wirkte diese Form sehr robust, so daß der Verdacht besteht, daß diese Art nicht eigenständig sondern eine Dauerspore oder Dauerzelle von *Thalassiosira antarctica* oder einer anderen *Thalassiosira* Art ist, zumal *Thalassiosira antarctica* gerade im Süden in hohen Dichten zu finden war. Die bekannte Dauersporenform von *Thalassiosira antarctica* (Fryxell et al. 1981, Johansen und Fryxell 1985) wurde ebenfalls festgestellt, jedoch nur ganz vereinzelt und fast immer als leere Schalen.

Von *Phaeocystis* sp. waren die wenigen festgestellten Kolonien nach dem Verteilungsmuster und der zeitlichen Entwicklung zu schließen aus dem Zirkumpolarstrom eingetragen und stammten im Frühjahr vorwiegend aus dem Meereis, bzw. dem Schnee. Diese Art trat im Winter und Frühjahr in der Wassersäule überall als Flagellat auf und im Meereis als Kolonie. Von anderen Untersuchern wurden Kolonien von *Phaeocystis* sp. zum Teil in hohen Dichten beobachtet: im Zirkumpolarstrom, an der Eiskante (Karsten 1905, Hart 1942, El-Sayed 1984, Garrison et al. 1987, Fryxell und Kendrick 1988, Fryxell 1989) und im Weddellmeer im Sommer (Hayes et al. 1984, Nöthig 1988). *Phaeocystis* bildet somit als Kolonieform im Schnee, im Meereis und im eisfreien Wasser Blüten und lebt im Winter unter dem Eis als Flagellat. Sie ist somit einerseits ein Mitglied der Blütengesellschaften, die sich ansonsten fast ausschließlich aus Diatomeen zusammensetzen, und andererseits gehört sie zur regenerierenden Gemeinschaft der Flagellaten.

Im Frühjahr wurden auf den Eisrandstationen einige Male Zellen von *Nitzschia closterium* sowie *Nitzschia cylindrus* und *Nitzschia turgiduloides*, - *lineola*, die mit ausgefranzten Kolonien von *Phaeocystis* sp. verklebt waren, beobachtet. Hart (1942) beobachtete das gleiche Phänomen bei *Nitzschia closterium* und *Phaeocystis* sp. und bei der schmalen Form von *Corethron criophilum* und *Phaeocystis* sp. Lucas (1940) beschreibt das gleiche Phänomen in der Nordsee. Beteiligt war dort "a very slender variety" von *Nitzschia closterium*, offensichtlich eine "closteroides" Form. Ob es sich um eine echte Assoziation handelt, die wie auch Hart (1942) spekuliert z. B. zur Verbreitung der Arten dient oder um zufälliges Zusammenkleben, da alle Formen im Eis vorkommen und gleichzeitig herausfallen können, ist noch offen. Die letzte Erklärung käme für die eisfreie Nordsee nicht in Frage. Beide Formen traten jedoch im Eisrandgebiet während unserer Untersuchung auch getrennt in jeweils größeren Anzahlen auf.

#### 4.6 Schlußbetrachtungen zur Ökologie des Phytoplanktons im Weddellmeer

Kleine Flagellaten und Dinoflagellaten sind die Hauptkomponenten der pelagischen Wintergesellschaft. Sie sind wahrscheinlich an die im Winter vorherrschenden lichtarmen und turbulenten Bedingungen besser angepaßt als Diatomeen. Ihre Biomassen sind im Winter sehr gering und nehmen auch im Sommer nicht wesentlich zu. Die charakteristischen Verteilungsmuster der Diatomeen werden im Spätwinter und zeitigen Frühjahr durch die Zirkulationsmuster des Weddellwirbels, des Küstenstroms und des Meereises, durch die Artenzusammensetzungen im Meereis sowie durch die physiologischen Charakteristika der einzelnen Diatomeenarten geprägt. Die im Allgemeinen äußerst niedrigen Winter-Diatomeenkonzentrationen können bei günstigen Schichtungsbedingungen bereits im Spätwinter - ähnlich wie im Frühjahr und im Sommer - rapide zunehmen.

In den Abbildungen 58 und 59 wird eine Übersicht über die Zirkulationsmuster im Untersuchungsgebiet und die Chlorophyllverteilung als Maß der Phytoplanktonbiomasse im Spätwinter im östlichen Weddellmeer gegeben. Das Schema in der Abbildung 60 zeigt die Winter-Verbreitungsgebiete und -Habitate der Diatomeen, von *Distephanus speculum* und der Choanoflagellaten im südlichen Zirkumpolarstrom, im östlichen Weddellwirbel und im Küstenstrom. Darunter sind die zum Teil hypothetischen Jahreszyklen der Verbreitung und die wichtigsten Arten der jeweiligen Gruppen angegeben.

Die Zusammensetzungen der Planktongesellschaften im Sommer sind ein Resultat der Zirkulations- und Eisbedingungen im Winter und der verschiedenen Überdauerungsstrategien der Arten: Durch die Zirkulation des Weddellwirbels und des Meereises, die der Zirkulation des Weddellwirbels folgt, werden Diatomeen in das Gebiet nordöstlich und östlich der Peninsula im Wasser und im Eis verfrachtet. Im Eis eingeschlossene Arten werden dort durch Abschmelzen des Eises ins Wasser entlassen. Nach Argosbojenmessungen, die während unserer Expedition durchgeführt wurden, gelangt Eis, das im November im Polynagebiet an der südöstlichen Küste gebildet wird, nach ungefähr einem Jahr an den Eisrand im nordwestlichen Weddellmeer (Kottmeier und Hartig im Druck). Im Eis eingeschlossene Algen könnten so aus der Küstenpolynya verfrachtet werden und über das westliche Sommerresteisgebiet im folgenden Frühjahr im Nordwesten ins Wasser gelangen. Dort können sie als Saatzellen für Eiskantenblüten oder für Blüten über dem Schelf im Halbinselgebiet dienen. Eine Verfrachtung von *Thalassiosira antarctica* und *Stellarima microtrias* als vegetative Zellen oder als Dauersporen aus dem Untereisblütengebiet in der südlichen Küstenpolynya auf diesem Wege wäre denkbar, da die Plättcheneisschicht nach Eicken und Lange (1989) in das feste Eis inkorporiert wird. Der Mechanismus der Ausbreitung der Formen nach Nordwesten durch das Meereis könnte für alle Arten zutreffen, die im Winter nur im Küstenstrom auftreten. Auch Packeisarten und Arten aus dem Weddellwirbel, die ins Eis inkorporiert werden, gelangen auf diesem Wege in das Gebiet nordöstlich der Halbinsel.

Nach den festgestellten physikalischen und chemischen Charakteristika zu schließen, ist der Küstenstrom weitgehend isoliert von der südlichen Wirbelflanke. Deswegen sind dort wenige nördliche Formen vorhanden. Sie werden vermutlich durch das Packeis, das sich während der seltenen Nordwestwindlagen über die Küstenpolynya schiebt (Engelbart 1988), eingetragen. Umgekehrt werden "Küstenstromarten" im Frühjahr auch in die südliche Wirbelflanke verfrachtet: Denn sie werden im Winter bei Neueisbildung ins Eis inkorporiert, das Polynyaeis wird durch den Wind nach Norden ins Packeisgebiet geschoben und mit der Meereisschmelze gelangen diese Arten in das Wasser des Weddellwirbels.

Das Meereis bildet somit bei verschiedenen Arten einen Teil des Lebenszyklus, weil es als Substrat zur Verbreitung und Wiederbesiedlung der Wassersäule dient. Die festgestellten unterschiedlichen morphologischen Formen einiger Arten könnten bestimmte Meereis- oder Wassersäulen-Überwinterungsstadien darstellen. Die Ausbildung dieser Formen kann möglicherweise durch Lichtmangel oder extreme Salzgehalts- und Temperaturbedingungen (Syvertsen 1977, Fryxell 1986, Wood et al. 1987), wie sie im Meereis herrschen, ausgelöst werden.

Die Algen können auch im Wasser selbst in der Oberflächenschicht überdauern. Ein Teil des Küstenstroms fließt unter dem Sommerresteisgebiet am Schelfrand des westlichen Weddellmeeres entlang nach Norden (Carmack und Foster 1977). Über den genauen Verlauf und die Strömungsgeschwindigkeiten ist jedoch noch nichts bekannt. Die Arten im Küstenstrom

könnten deshalb auch im Wasser nach Nordwesten gelangen. Die Ausbreitung in neue Gebiete und besonders die Wiederbesiedlung bestimmter Gebiete ist durch Wirbel möglich. Im Zuge der Zirkulation der großen Wirbel (Weddellwirbel und Rossmeerwirbel) können sich Restzellen aus Sommerpopulationen bzw. Sommerblüten verbreiten oder zum Frühjahrs- oder Wachstumsbeginn wieder im Ursprungsgebiet eintreffen. Mit Hilfe von kleinen abgeschwärmten Wirbeln können sich Zellen in entferntere Gebiete verbreiten. Die Oberflächenzirkulationsmuster im südlichen Ozean sind bislang noch nicht ausreichend erfaßt. Es gibt Anhaltspunkte, daß neben dem Weddellwirbel und dem Rossmeerwirbel, die vermutlich selbst zeitweise aus je zwei kleineren Wirbeln bestehen, noch viele weitere mesoskalige Wirbel existieren (Treshnikov 1964, Gordon 1988). Auch gibt es Indizien für einen weiteren großen zyklonischen Wirbel östlich des Kerguelen Plateaus (Tchernia und Jeannin 1980).

Möglich ist auch eine Überwinterung in tieferen Wasserschichten. Karsten (1905) schlug vor, daß Diatomeen die lichtarmen Perioden im Tiefenwasser überdauern. Die während unserer Untersuchung beobachteten Verteilungsmuster von *Leptocylindrus mediterraneus* im oberen WDW deuten auf diese Strategie hin.

Diatomeen können auch auf dem Boden überdauern. Bodungen et al. (1986) und Fukuchi et al. (1988) beobachteten über antarktischen Schelfgebieten bei *Thalassiosira antarctica* Dauer孢enbildung und anschließende massive Sedimentation der Zellen. Diatomeen, die auf dem Schelfboden überdauern, könnten im Frühjahr durch Resuspension wieder in die lichtreiche Oberflächenschicht gelangen. Berkman et al. (1986) beobachteten über dem Schelf im McMurdo Sound (Rossmeer) Resuspension von Diatomeen. Auch während unserer Expedition deuteten die Chlorophyllverteilungen über dem Schelf im Gebiet der Küstenpolynya auf Resuspension von Phytoplankton hin.

Im östlichen und südlichen Weddellmeer kann die Wiederbesiedlung der Wassersäule nicht nur aus dem Eis, aus der Oberflächenschicht, aus dem Tiefenwasser oder vom Boden erfolgen, sondern auch von Norden. Der Eintrag von Zellen aus der Oberflächenschicht des Zirkumpolarstroms ist - bedingt durch die Zirkulationsmuster - auch im Frühjahr und Sommer möglich. Die nördlichen Diatomeenarten würden nicht mehr absterben aufgrund von Lichtmangel unter dem Meereis bzw. extremen Salzgehalts- und Temperaturbedingungen im Meereis, denn die Eisdecke ist im Sommer aufgelockert oder verschwunden. Nördliche Diatomeenarten wurden zum Beispiel von Nöthig (1989) während ihrer Sommeruntersuchungen in der südlichen Wirbelflanke und im Küstenstrom neben anderen in der Phytoplanktongesellschaft festgestellt. Einige Arten der Sommergesellschaften des östlichen Weddellmeeres nutzen den Zirkumpolarstrom somit zur Überwinterung.

Die Zusammensetzungen der Planktongesellschaften in der Antarktis sind somit ein Resultat der Zirkulations- und Eisbedingungen und der verschiedenen Überdauerungsstrategien der Arten: im Eis, im Oberflächen- oder Tiefenwasser oder am Boden. Viele Diatomeen- und auch andere Phytoplanktonarten beschreiten sicher parallele Wege zur Überdauerung der lichtarmen Jahreszeit. So bilden sich in verschiedenen Gebieten unterschiedliche Gesellschaften heraus, die sich im Laufe des Sommers durch Wachstum, Wegfraß durch Herbivore und Absinken weiter verändern. Diese spiegeln sich wiederum, wenn die Zellen bei der vorwiegend im Herbst aber auch während des Winters stattfindenden Neueisbildung ins Eis eingeschlossen werden (Garrison et al. 1983), in der Ausbildung der Meereisgesellschaften wider. Die Meereisgesellschaften prägen wiederum vor allem im Frühjahr und auch während des Sommers, da bestehende Resteisfelder und Plättcheneissschichten laufend Zellen ins Wasser entlassen können, die Planktongesellschaften. Die Unterschiede bzw. Gemeinsamkeiten der Packeis- und Polynyaeisbesiedlung und der Weddellwirbel- und Küstenstrombesiedlung sind auf diese Wechselwirkungen zurückzuführen.

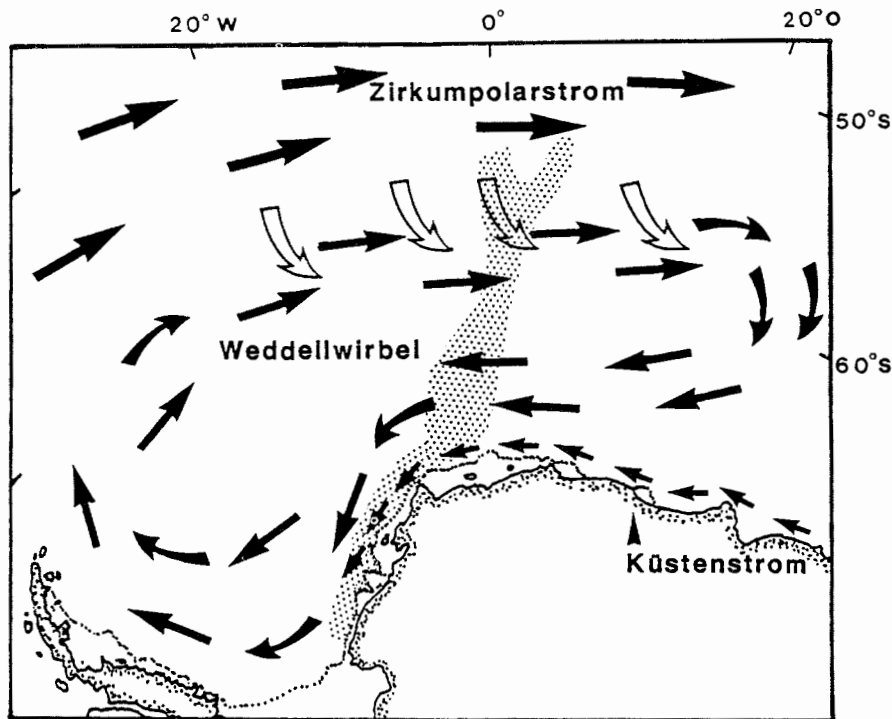


Abb. 58: Die Karte zeigt die Lage des Untersuchungsgebietes (punktiert) in Beziehung zu den Zirkulationsmustern des Zirkumpolarstroms, des Weddellwirbels (mit nördlicher und südlicher Flanke) und des Küstenstroms

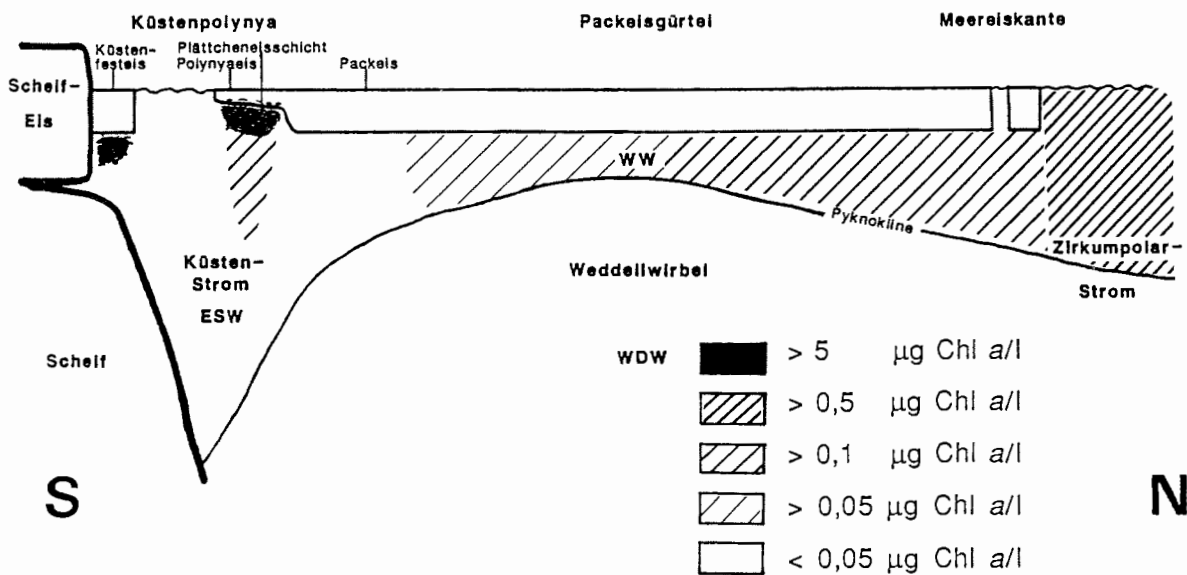
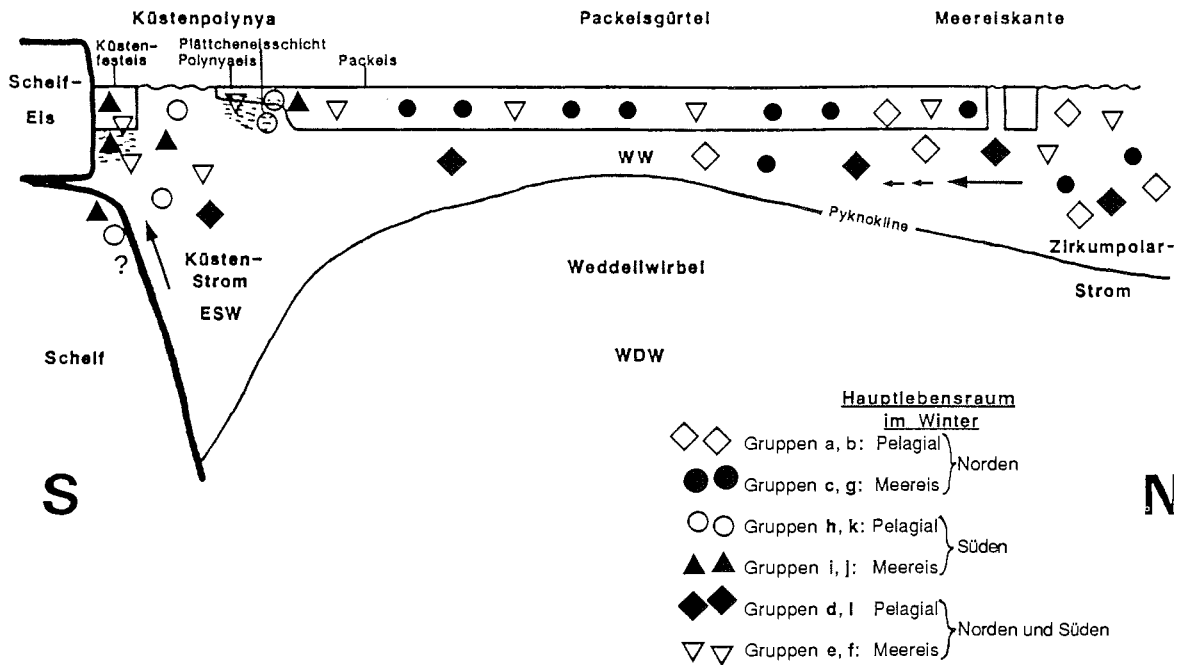


Abb. 59: Schematische Übersicht über die Chlorophyllkonzentrationen im Pelagial des östlichen Weddellwirbels und des Küstenstroms im Spätwinter vor Beginn der Meereisschmelze. Nach Schmelzbeginn nahmen die Chlorophyllkonzentrationen bis Anfang Dezember im Küstenstrom und in der südlichen Weddellwirbelflanke unter der Oberfläche auf über 0,1 µg/l zu, nördlich davon blieben sie gleich.



Hauptlebensraum im Winter	Norden	Süden	Norden und Süden
<b>Pelagial</b>	<p>Gruppen a, b: Alle Arten aus der <i>Chaetoceros</i> Sektion <i>Phaeoceros</i>, alle <i>Rhizosolenia</i> spp. (außer <i>Rhizosolenia alata</i>), <i>Thalassiosira lentiginosa</i>, <i>T. gravida</i>, <i>T. frenguelli(opsis)</i>, <i>T. scotta</i>, <i>Dactylosolen antarcticus</i>, <i>Thalassiothrix antarctica</i></p> <p>wachsen im Sommer vorwiegend im ACC, auch im Weddellwirbel; sie werden aus dem ACC in den Wirbel eingetragen; sie sterben im Winter zum größten Teil im Wasser unter dem Packeis und im Packeis ab und "überwintern" hauptsächlich im ACC</p>	<p>Gruppen h, k: <i>Thalassiosira antarctica</i>, <i>T. ritscheri</i>, <i>Porosira pseudodenticulata</i>, <i>P. glacialis</i>, <i>Stellarima microtrias</i>, <i>Chaetoceros</i> Typ a, <i>Odontella weissflogii</i>, <i>Coscinodiscus</i> spp.</p> <p>wachsen im Sommer im ACC, im Weddellwirbel und im Küstenstrom; einige Arten bilden Blüten in Schelfgebieten (z. B. nördlich der Ant. Halbinsel); sie "überwintern" im Küstenstrom und in der Plättcheneisschicht unter dem Polynyaeis, auch im Polynyaeis; sie werden mit dem Wirbel im Eis und im Wasser nach Nordwesten in den ACC verfrachtet (?)</p>	<p>Gruppen d, l: <i>Chaetoceros neglectum</i>, <i>Corethron criophilum</i>, <i>Rhizosolenia alata</i>, <i>f. gracillima</i>, <i>f. inermis</i>, <i>f. truncata</i>, <i>Leptocylindrus mediterraneus</i>, <i>Thalassiosira tumida</i>, <i>Actinocyclus actinochilus</i></p> <p>wachsen im Sommer im ACC, im Weddellwirbel, im Küstenstrom; einige Arten bilden Blüten; sie "überwintern" hauptsächlich im ACC, im Küstenstrom und der Plättcheneisschicht unter dem Polynyaeis ("Wirbelrandarten"), auch im Weddellwirbel</p>
<b>Meereis</b>	<p>Gruppen c, g: <i>Chaetoceros neogracile</i>, <i>Thalassiosira gracilis</i>, <i>Nitzschia kerguelensis</i>, <i>N. cylindrus</i> (kleine Form), <i>N. closterium</i>, <i>N. lineola</i>, <i>N. turgiduloidea</i>, <i>Tropidoneis glacialis</i>, <i>Tr. antarctica</i>, Choanoflagellaten</p> <p>wachsen im Sommer vorwiegend im ACC, auch im Weddellwirbel; sie werden aus dem ACC in den Wirbel eingetragen; sie sterben im Winter zum großen Teil im Wasser unter dem Packeis ab und "überwintern" hauptsächlich im Packeis ("Packeisarten") und auch im ACC</p>	<p>Gruppen i, j: <i>Tropidoneis Vanheurkii</i>, <i>T. belgicae</i>, <i>Amphipora kufferathii</i>, <i>A. astrupii</i>, <i>Nitzschia cylindrus</i> (lange Form), <i>N. sublinearis</i>, <i>N. obliquecostata</i>, <i>N. neglecta</i>, <i>N. taeniiformis</i>, <i>N. stellata</i></p> <p>"übersommern" auf dem Schelfboden (?), im Resteis (?), im Wasser (?); sie wachsen im Winter hauptsächlich im Polynyaeis und im Küstenfesteis, auch im Packeis</p>	<p>Gruppen e, f: <i>Nitzschia curta</i>, <i>Nitzschia ritscheri</i>, <i>Nitzschia subcurvata</i></p> <p>wachsen im Sommer an der nördlichen Meereiskante und im Küstenstrom ("Eisrandarten", Saatzellen aus dem Eis), auch im Weddellwirbel und im ACC; sie "überwintern" im Polynyaeis und im Packeis, auch im Küstenstrom, in der Plättcheneisschicht und im ACC</p>

Abb. 60: Schematische Übersicht über die Verbreitungsgebiete und Habitate (Wasser und Meereis) im Winter der in Tabelle 19 in Gruppen eingeteilten Diatomeen, *Distephanus speculum* und Choanoflagellaten (Gruppen a bis l) im südlichen Zirkumpolarstrom, im östlichen Weddellwirbel und im Küstenstrom. Die Jahreszyklen der Verbreitung der Gruppen und die jeweils wichtigsten Arten sind in der Übersicht darunter angegeben.



## 5 LITERATUR

- Ackley, S. F.; K. R. Buck and S. Taguchi (1979): Standing crop of algae in the sea ice of the Weddell Sea region. *Deep-Sea Res.* 26: 269-281
- Anon. (1985): Sea ice climatic atlas. Antarctic Naval Oceanography Command Detachment, Asheville Vol.1: 1-131
- Bagriantsev, N. V.; A. L. Gordon and B. A. Huber (1989): Weddell gyre: temperature maximum stratum. *J. Geophys. Res.* 94: 8331-8334
- Balech, E. (1976): Clave ilustrada de dinoflagelados Antarticos. *Publ. Inst. Antart. Argent. B. Aires* 11: 1-99
- Balech, E. and S. Z. El-Sayed (1965): Microplankton of the Weddell Sea. In: LLano, G. A. (Ed.): *Biology of the Antarctic Seas II. Ant. Res. Ser.* 5: 107-124
- Bartsch, A. (1989): Die Eisalgenflora des Weddellmeeres (Antarktis): Artenzusammensetzung und Biomasse sowie Ökophysiologie ausgewählter Arten. *Ber. Polarforsch.* 63: 1-110
- Baumann, M. (1990): Untersuchung zur Primärproduktion und Verteilung des Phytoplanktons der Grönlandsee mit Kulturexperimenten zum Einfluß des Lichtes und der Temperatur auf Wachstum und Photosyntheseleistung arktischer Diatomeen. *Diss. RWTH Aachen*: 1-129
- Beklemishev, K. V. (1958): Latitudinal zoning of Antarctic phytoplankton. *Soviet Antarctic Expedition Information Bulletin. (English translation 1964)* 2: 113-114
- Beklemishev, K. V. (1960): Concerning the phytogeographic division of the Antarctic pelagic region. *Soviet Antarctic Expedition Information Bulletin. (English translation 1964)* 2: 272-275
- Berkman, P. A.; D. S. Marks and G. P. Shreve (1986): Winter sediment resuspension in McMurdo Sound, Antarctica, and its ecological implications. *Polar Biol.* 6: 1-3
- Bidigare, R. R.; T. J. Franck; C. Zastrow and J. M. Brooks (1986): The distribution of algal chlorophylls and their degradation products in the Southern Ocean. *Deep-Sea Res.* 33: 923-937
- Bodungen, B. v.; V. S. Smetacek; M. M. Tilzer and B. Zeitzschel (1986): Primary production and sedimentation during spring in the Antarctic Peninsula region. *Deep-Sea Res.* 33: 177-194
- Bodungen, B. v.; E. - M. Nöthig and Q. Sui (1988): New production of phytoplankton and sedimentation during summer 1985 in the southeastern Weddell Sea. *J. Compar. Biochem. Physiol.* 90B: 475-487
- Booth, B. C. and H. J. Marchant (1987): Parmales, a new order of marine chrysophytes, with descriptions of three new genera and seven new species. *J. Phycol.* 23: 245-260
- Braarud, T. (1935): The "Øst" expedition to the Denmark Strait 1929. 2. The phytoplankton and its conditions of growth. *Hvalrådets Skrifter* 10: 1-171
- Bröckel, K. v. (1985): Primary production data from the south-eastern Weddell Sea. *Polar Biol.* 4: 75-80
- Buck, K. R. and D. L. Garrison (1983): Protists from the ice-edge region of the Weddell Sea. *Deep-Sea Res.* 30: 1261-1277
- Buck, K. R. and D. L. Garrison (1988): Distribution and abundance of choanoflagellates (Acanthoecidae) across the ice-edge zone in the Weddell Sea, Antarctica. *Mar. Biol.* 98: 263-269
- Buck, K. R.; P. A. Bolt and D. L. Garrison (1990): Phagotrophy and fecal pellet production by an athecate dinoflagellate in Antarctic sea ice. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 60: 75-84
- Buckley, R. G. and H. J. Trodahl (1987): Scattering and absorption of visible light by sea ice. *Nature* 326: 867-869
- Bunt, J. S. (1963): Diatoms of Antarctic sea-ice as agents of primary production. *Nature* 199: 1255-1257
- Burckle, L. H. (1984): Ecology and paleoecology of the marine diatom *Eucampia antarctica* (Castr.) Mangin. *Mar. Micropaleontol.* 9: 77-86

- Burckle, L. H. (1987): Diatom distribution in the Weddell Gyre region during late winter. *Micropaleontol.* 33: 177-184
- Campbell, J. W. and T. Aarup (1989): Photosynthetically available radiation at high latitudes. *Limnol. Oceanogr.* 34: 1490-1499
- Carmack, E. C. (1974): A quantitative characterization of water masses in the Weddell Sea during summer. *Deep-Sea Res.* 21: 431-443
- Carmack, E. C. and T. D. Foster (1975a): Circulation and distribution of oceanographic properties near the Filchner Ice Shelf. *Deep-Sea Res.* 22: 77-90
- Carmack, E. C. and T. D. Foster (1975b): On the flow of water out of the Weddell Sea. *Deep-Sea Res.* 22: 711-724
- Carmack, E. C. and T. D. Foster (1977): Water masses and circulation in the Weddell Sea. In: Dunbar, M. J. (Ed.): *Polar oceans. Proceedings of the Polar Oceans Conference.* Arctic Inst. North America, Montreal: 151-165
- Clarke, D. B. and S. F. Ackley (1984): Sea ice structure and biological activity in the Antarctic marginal ice zone. *J. Geophys. Res.* 89: 2087-2095
- Clarke, D. B.; S. F. Ackley and M. Kumai (1984): Morphology and ecology of diatoms in sea ice from the Weddell Sea. U.S. Army Cold Reg. Res. and Eng. Lab., Hanover, N.H. CRREL Rep. 84-5: 1-41
- Comiso, J. C. and C. W. Sullivan (1986): Satellite microwave and in situ observations of the Weddell Sea ice cover and its marginal ice zone. *J. Geophys. Res.* 91: 9663-9681
- Comiso, J. C. and A. L. Gordon (1987): Recurring polynyas over the Cosmonaut Sea and the Maud Rise. *J. Geophys. Res.* 92: 2819-2833
- Corliss, J. O. and R. A. Snyder (1986): A preliminary description of several new ciliates from the Antarctica, including *Cohnilembus grassei* N. Sp. (1). *Protistologica* 1: 39-46
- Crawford, D. W. (1989): *Mesodinium rubrum*: the phytoplankter that wasn't. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 58: 161-174
- Deacon, G. E. R. (1977): Antarctic water masses and circulation. In: Dunbar, M. J. (Ed.): *Polar oceans. Proceedings of the Polar Oceans conference,* Montreal. Arctic Inst. North America: 11-16
- Deacon, G. E. R. (1979): The Weddell gyre. *Deep-Sea Res.* 26: 981-995
- Deacon, G. E. R. (1982): Physical and biological zonation in the Southern Ocean. *Deep-Sea Res.* 29: 1-15
- Deflandre, G. (1932): *Archaeomonadiceae*, une famille nouvelle de Protistes fossiles a loge siliceux. *C. R. Séanc. Acad. Sci., Paris* 194: 1859-1861
- Denton, G. H. ; R. L. Armstrong and M. Stuiver (1971) The late Cenozoic glacial history of Antarctica. In: Turekian, K. K. (Ed.): *The late Cenozoic glacial ages.* Yale Univ. Press: 267 - 306
- Descolas-Gros, C. and G. d. Billy (1987): Temperature adaptation of RuBP carboxylase: kinetic properties in marine Antarctic diatoms. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 108: 147-158
- Dieckmann, G. (1987): High phytoplankton biomass at the advancing ice edge in the northern Weddell Sea during winter (abstract). *Eos. Trans. AGU* 68: 1765
- Dieckmann, G.; G. Rohardt; H. Hellmer and J. Kipfstuhl (1986): The occurrence of ice platelets at 250 m depth near the Filchner Ice Shelf and its significance for sea ice biology. *Deep-Sea Res.* 33: 141-148
- Edler, L. (1979): Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. *Phytoplankton and chlorophyll.* BMB Publ. 5: 1-38
- Eicken, H. and M. A. Lange (1989): Development and properties of sea ice in the coastal regime of the southeastern Weddell Sea. *J. Geophys. Res.* 94: 8193-8206
- Eicken, H.; T. C. Grenfell and B. Stonehouse (1988): Sea ice conditions during an early spring voyage in the eastern Weddell Sea, Antarctica. *Polar Rec.* 24: 49-54

- El-Sayed, S. Z. (1971): Observations on phytoplankton bloom in the Weddell Sea. In: Llano, G. A.; Wallen, J. E. (Eds.): *Biology of the Antarctic seas. IV. Ant. Res. Ser. 17*: 301-312
- El-Sayed, S. Z. (1973): Biological oceanographic investigations during the Marion-Dufresne Cruise 8. *Antarctic J. U.S.* 11: 184-186
- El-Sayed, S. Z. (1984): Productivity of the antarctic waters - a reappraisal. In: Holm-Hansen, O.; Bolis, L.; Gilles, R. (Eds.): *Marine phytoplankton and productivity. Lecture notes on coastal and estuarine studies 8.* Springer Verlag, Berlin: 19-34
- El-Sayed, S. Z. (1988): Seasonal and interannual variabilities in Antarctic phytoplankton with reference to krill distribution. In: Sahrhage, D. (Ed.): *Antarctic ocean and resources variability.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 101-119
- El-Sayed, S. Z. and S. Taguchi (1981): Primary production and standing crop along the ice edge in the Weddell Sea. *Deep-Sea Res.* 28: 1017-1032
- Engelbart, D. (1988): Der turbulente Strom fühlbarer Wärme im Einflußbereich einer antarktischen Küstenpolynya. Dipl. Arb., Univ. Hannover, Hannover, FRG
- Eppley, R. W. (1972): Temperature and phytoplankton growth in the sea. *Fish. Bull. NOAA* 70: 1063-1085
- Erga, S. R. and B. R. Heimdal (1984): Ecological studies on the phytoplankton of Korsfjorden, western Norway. The dynamics of a spring bloom seen in relation to hydrographical conditions and light regime. *J. Plankton Res.* 6: 67-90
- Evans, C. A. and J. E. O'Reilly (1983): A handbook for the measurement of chlorophyll a in netplankton and nannoplankton. *SCAR/BIOMASS handbook* 9: 1-44
- Fahrbach, E. and G. Rohardt (1988): Moored instrument data. In: Fahrbach, E. (Ed.): *Meteorological and oceanographic data of the Winter-Weddell-Sea Project 1986 (ANT V/3).* Ber. Polarforsch. 46: 39-115
- Fahrbach, E.; H. Klindt; D. Muus; G. Rohardt and P. Salameh (1987): Physical oceanography. In: Schnack-Schiel, S. (Ed.): *The Winter-Expedition of RV "Polarstern" to the Antarctic (ANT V/1-3).* Ber. Polarforsch. 39: 156-169
- Fenchel, T. and C. C. Løe (1972): Studies on ciliates associated with sea ice from Antarctica I. The nature of the fauna. *Arch. Protistenk.* 114: 231-236
- Foldvik, A.; T. Gammelsrød and T. Tørresen (1985): Circulation and water masses on the southern Weddell Sea shelf. In: Jacobs, S. S. (Ed.): *Oceanology of the Antarctic continental shelf. Ant. Res. Ser. 43*: 5-20
- Foster, T. D. (1972): Haline convection in leads and polynyas. *J. Phys. Oceanogr.* 2: 462-469
- Foster, T. D. and E. C. Carmack (1976a): Temperature and salinity structure in the Weddell Sea. *J. Phys. Oceanogr.* 6: 36-44
- Foster, T. D. and E. C. Carmack (1976b): Frontal zone mixing and Antarctic Bottom Water formation in the southern Weddell Sea. *Deep-Sea Res.* 23: 301-317
- Foster, T. D.; A. Foldvik and J. H. Middleton (1987): Mixing and bottom water formation in the shelf break region of the southern Weddell Sea. *Deep-Sea Res.* 34: 1771-1794
- Fransz, H. G. (1988): Vernal abundance, structure and development of epipelagic copepod populations of the eastern Weddell Sea (Antarctica). *Polar Biol.* 9: 107-114
- Fryxell, G. A. (1986): Polymorphism in relation to environmental conditions as exemplified by clonal cultures of *Thalassiosira tumida* (Janisch) Hasle. In: Ricard, M. (Ed.): *Proceedings of the ninth Diatom-Symposium.* Koeltz, Koenigstein : 61-73
- Fryxell, G. A. (1989): Marine phytoplankton at the Weddell Sea ice edge: seasonal changes at the specific level. *Polar Biol.* 10: 1-18
- Fryxell, G. A. and G. A. Kendrick (1988): Austral spring microalgae across the Weddell Sea ice edge: spatial relationships found along a northward transect during AMERIEZ 83. *Deep-Sea Res.* 35: 1-20

- Fryxell, G. A.; T. A. Villareal and M. A. Hoban (1979): *Thalassiosira scotia*, sp. nov.: observations on a phytoplankton increase in early austral spring north of the Scotia Ridge. *J. Plankton Res.* 1: 355-370
- Fryxell, G. A.; G. J. Doucette and G. F. Hubbard (1981): Genus *Thalassiosira*: the bipolar diatom *T. antarctica* Comber. *Bot. Mar.* 24: 321-335
- Fukuchi, M.; H. Hattori; H. Sasaki and T. Hoshiai (1988): A phytoplankton bloom and associated processes observed with a long-term moored system in Antarctic waters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 45: 279-288
- Garrison, D. L. (1984): Planktonic diatoms. In: Steidinger, K. A.; Walker, L. M. (Eds.): *Marine plankton life cycle strategies*. CRC Press, Boca Raton, Florida: 1-18
- Garrison, D. L. and K. R. Buck (1985): Sea-ice algal communities in the Weddell Sea: species composition in ice and plankton assemblages. In: Gray, J. S.; Christiansen, M. E. (Eds.): *Marine biology of polar regions and effects of stress on marine organisms*. John Wiley, New York: 103-122
- Garrison, D. L. and K. R. Buck (1989): Protozooplankton in the Weddell Sea, Antarctica: abundance and distribution in the ice-edge zone. *Polar Biol.* 9: 341-351
- Garrison, D. L.; S. F. Ackley and K. R. Buck (1983): A physical mechanism for establishing algal populations in frazil ice. *Nature* 306: 363-365
- Garrison, D. L.; C. W. Sullivan and S. F. Ackley (1986): Sea ice microbial communities in Antarctica. *BioScience* 36: 243-250
- Garrison, D. L.; K. R. Buck and G. A. Fryxell (1987): Algal assemblages in Antarctic pack ice and in ice-edge plankton. *J. Phycol.* 23: 564-572
- Garrison, D. L.; A. R. Close and E. Reimnitz (1989): Algae concentrated by frazil ice: evidence from laboratory experiments and field measurements. *Antarct. Science* 1: 313-316
- Gersonde, R. (1986): Siliceous microorganisms in sea ice and their record in sediments in the southern Weddell Sea (Antarctica). In: Ricard, M. (Ed.): *Proceedings of the Eighth International Diatom Symposium, Paris 1984*. Koeltz, Koenigstein: 549-566
- Gersonde, R. and G. Wefer (1987): Sedimentation of biogenic siliceous particles in Antarctic waters from the Atlantic sector. *Mar. Micropaleont.* 11: 311-332
- Gieskes, W. W.; R. Heusel; G. Kraay and M. M. Tilzer (1989): The underwater light climate. In: Hempel, I. (Ed.): *The Expedition ANTARKTIS VII/1 and 2 (EPOS I) of RV "Polarstern" in 1988/1989*. Ber. Polarforsch. 62: 75-83
- Gonzalez, H.; S. Pantoja; J. L. Iriarte and P. A. Bernal (1989): Winter-spring variability of size-fractioned autotrophic biomass in Concepción Bay, Chile. *J. Plankton Res.* 11: 1157-1167
- Gordon, A. L. (1982): Weddell deep water variability. *J. Mar. Res. (Suppl.)* 40: 199-217
- Gordon, A. L. (1983): Polar oceanography. *Rev. Geophys. Space Phys.* 21: 1124-1131
- Gordon, A. L. (1988): Spatial and temporal variability within the southern ocean. In: Sahrhage, D. (Ed.): *Antarctic ocean and resources variability*. Springer-Verlag, Berlin: 41-56
- Gordon, A. L. and E. M. Molinelli (1982): *The Southern Ocean Atlas: Thermohaline and chemical distributions and the Atlas data set*. Columbia University Press, New York
- Gordon, A. L. and B. A. Huber (1984): Thermohaline stratification below the Southern Ocean sea ice. *J. Geophys. Res.* 89: 641-648
- Gordon, A. L.; D. T. Georgi and H. W. Taylor (1977): Antarctic polar front zone in the western Scotia Sea summer 1975. *J. Phys. Oceanogr.* 7: 309-328
- Gordon, A. L.; C. T. A. Chen and W. G. Metcalf (1984): Winter mixed layer entrainment of Weddell deep water. *J. Geophys. Res.* 89: 637-640
- Gow, A. J.; S. F. Ackley; K. R. Buck and K. M. Golden (1987): Physical and structural characteristics of Weddell Sea pack ice. U.S. Army Cold Reg. Res. and Eng. Lab., Hanover, N.H. CRREL Rep. 87-14: 1-48

- Gowing, M. M. and M. W. Silver (1985): Minipellets: A new and abundant size class of marine fecal pellets. *J. Mar. Res.* 43: 395-418
- Gradinger, R. (1986): Die Phytoplanktonverteilung in der Framstraße zwischen Grönland und Spitzbergen. *Dipl. Arb. Univ. Kiel.*: 1-94
- Gube-Lenhardt, M. (1987): The meteorological data of the Georg von Neumayer Station for 1983 and 1984. *Ber. Polarforsch.* 38: 1-108
- Gube-Lenhardt, M. and F. Obleitner (1986): The meteorological data of the Georg von Neumayer Station for 1981 and 1982. *Ber. Polarforsch.* 30: 1-112
- Hada, Y. (1970): The protozoan plankton of the Antarctic and Subantarctic Seas. *Jare Sci. Rep. Ser. E* 31: 1-51
- Hagen, W. (1988): Zur Bedeutung der Lipide im antarktischen Zooplankton. *Ber. Polarforsch.* 49: 1-129
- Hardy, A. C. and E. R. Gunther (1935): The plankton of the South Georgia whaling grounds and adjacent waters. *Discovery Rep.* 11: 1-456
- Hargraves, P. E. and F. W. French (1983): Diatom resting spores: significance and strategies. In: Fryxell, G. A. (Ed.): *Survival strategies of the algae*. Cambridge Univ. Press, Cambridge: 49-68
- Hart, T. J. (1934): On the phytoplankton of the southwest Atlantic and the Bellingshausen Sea. *Discovery Rep.* 8: 3-268
- Hart, T. J. (1942): Phytoplankton periodicity in antarctic surface waters. *Discovery Rep.* 21: 263-354
- Hasle, G. R. (1964): *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes. I. Some marine species of the groups *Nitzschiella* and *Lanceolatae*. *Skr. Norske Vidensk.-Akad. I. Mat.-Nat. Kl. N.S.* 16: 1-48
- Hasle, G. R. (1965a): *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes. II. The group *Pseudonitzschia*. *Skr. Norske Vidensk.-Akad. I. Mat.-Nat. Kl. N. S.* 18: 1-45
- Hasle, G. R. (1965b): *Nitzschia* and *Fragilariopsis* species studied in the light and electron microscopes III. The genus *Fragilariopsis*. *Skr. Norske Vidensk.-Akad. I. Mat.-Nat. Kl. N.S.* 21: 1-49
- Hasle, G. R. (1968): Marine diatoms. In: Bushnell, V.C.; El-Sayed, S.Z. (Eds.): *Primary productivity and benthic marine algae of the Antarctic and Subantarctic*. Antarctic Map Folio Ser. 10: 6-8
- Hasle, G. R. (1969): An analysis of the phytoplankton of the Pacific Southern Ocean: abundance, composition and distribution during the Bratigg Expedition, 1947-48. *Hvalrådets Skrifter* 52: 1-168
- Hasle, G. R.; P. A. Sims and E. E. Syvertsen (1988): Two recent *Stellarima* species: *S. microtrias* and *S. stellaris* (Bacillariophyceae). *Bot. Mar.* 31: 195-206
- Hayes, P. K.; T. M. Whitaker and G. E. Fogg (1984): The distribution and nutrient status of phytoplankton in the Southern Ocean between 20° and 70° W. *Polar Biol.* 3: 153-165
- Hegseth, E. N. (1989): Photoadaptation in Marine Arctic Diatoms. *Polar Biol.* 9: 479-486
- Heiden, H. and R. W. Kolbe (1928): Die marinen Diatomeen der Deutschen Südpolar Expedition 1901-1903. *Dtsch. Südpolar-Exped. (Bot.)* 8: 447-715
- Hellmer, H. and M. Bersch (1985): The Southern Ocean: A survey of oceanographic and marine meteorological research work. *Ber. Polarforsch.* 26: 1-115
- Helmes, L. (1989): The meteorological data of the Georg von Neumayer Station (Antarctica) for 1985, 1986 and 1987. *Ber. Polarforsch.* 64: 1-90
- Hendey, N. I. (1937): The plankton diatoms of the Southern Seas. *Discovery Rep.* 16: 151-364
- Heurck van, H. (1909): Expédition Antarctique Belge, Résultats du Voyage du S. Y. "Belgica" en 1897-1898-1899. Botanique, Diatomées. Buschmann, J.-E., Anvers: 1-129
- Hewes, C. D.; O. Holm-Hansen and E. Sakshaug (1985): Alternate carbon pathways at lower trophic levels in the antarctic food web. In: Siegfried, W. R.; Condy, P. R.; Laws, R. M. (Eds.): *Antarctic nutrient cycles and food webs*. Springer Verlag, Berlin: 277-283

- Heywood, R. B. and T. M. Whitaker (1984): The antarctic marine flora. In: Laws, R. M. (Ed.): Antarctic ecology, Vol. 2. Academic press, London: 373-419
- Heywood, R. B. and J. Priddle (1987): Retention of phytoplankton by an eddy. *Cont. Shelf Res.* 7: 937-955
- Hoban, M. A.; G. A. Fryxell and K. R. Buck (1980): Resting spore formation in antarctic *Eucampia* and *Odontella*. *J. Phycol.* 16: 591-602
- Hoerber, H. and M. Gube-Lehnhardt (1987): The eastern Weddell Sea drifting buoy data set of the Winter-Weddell-Sea Project (WWSP) 1986. *Ber. Polarforsch.* 37: 1-108
- Holm-Hansen, O.; S. Z. El-Sayed; G. A. Franceschini and R. L. Cuhel (1977): Primary production and the factors controlling phytoplankton growth in the Southern Ocean. In: Llano, G. A. (Ed.): Adaptations within the antarctic ecosystem. Gulf, Houston, Texas: 11-50
- Hooker, J. D. (1847): Flora Antarctica. Pt. 55 Algae II The botany of the Antarctic voyage. Reeve Brothers, London: 454-519
- Horne, A. J.; G. E. Fogg and D. J. Eagle (1969): Studies in situ of the primary production of an area of inshore Antarctic sea. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 49: 393-405
- Horner, R. A. and G. C. Schrader (1982): Relative contributions of ice algae, phytoplankton, and benthic microalgae to primary production in nearshore regions of the Beaufort Sea. *Arctic* 35: 485-503
- Horner, R. A.; E. E. Syvertsen; D. P. Thomas and C. Lange (1988): Proposed terminology and reporting units for sea ice algal assemblages. *Polar Biol.* 8: 249-253
- Hustedt, F. (1930): Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs, und der Schweiz. Rabenhorsts Kryptogamen-Flora 7: 1-920
- Hustedt, F. (1958): Diatomeen aus der Antarktis und dem Südatlantik. *Dt. Antarkt. Exped.* 1938/39 2: 103-191
- Jacobson, D. M. and D. M. Anderson (1986): Thecate heterotrophic dinoflagellates: Feeding behaviour and mechanisms. *J. Phycol.* 22: 249-258
- Jeffrey, S. W. and G. F. Humphrey (1975): New spectrophotometric equations for determining chlorophylls *a*, *b*, *c*<sub>1</sub>, *c*<sub>2</sub> in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem. Physiol. Pflanzen* 167: 191-197
- Jennings, J. C.; L. J. Gordon and D. M. Nelson (1984): Nutrient depletion indicates high primary productivity in the Weddell Sea. *Nature* 309: 51-54
- Johansen, J. R. and G. A. Fryxell (1985): The genus *Thalassiosira* (Bacillariophyceae): Studies on species occurring south of the Antarctic Convergence Zone. *Phycol.* 24: 155-179
- Karsten, G. (1905): Das Phytoplankton des Antarktischen Meeres nach dem Material der deutschen Tiefsee-Expedition 1898-1899. *Wiss. Ergebn. d. Deutschen Tiefsee-Exp. Dampfer "Valdivia" 1898-1899.* (2). Fischer Verlag, Jena: 1-136
- Kirk, J. T. O. (1983): Light and photosynthesis in aquatic ecosystems. Cambridge University Press, Cambridge: 1-401
- Kishino, M.; C. R. Booth and N. Okami (1984): Underwater radiant energy absorbed by phytoplankton, detritus, dissolved organic matter, and pure water. *Limnol. Oceanogr.* 29: 340-349
- Klöser, H. (1990): Verteilung von Mikroplankton-Organismen nordwestlich der Antarktischen Halbinsel unter dem Einfluß sich ändernder Umweltbedingungen im Herbst. *Diss. Universität Bremen*: 1-255
- Kottmeier, C. and R. Hartig (1988): Drifting buoy data. In: Fahrbach, E. (Ed.): Meteorological and oceanographic data of the Winter-Weddell-Sea Project 1986 (ANT V/3). *Ber. Polarforsch.* 46: 5-38
- Kottmeier, C. and E. Fahrbach (1989): Wechselwirkung zwischen Wasser, Eis und Luft in der antarktischen Küstenzone. *Promet, Meteorologische Fortbildung* 19(1/2): 15-22
- Kottmeier, C. and R. Hartig (in press): Winter observations of the atmosphere over Antarctic sea ice. *J. Geophys. Res. (Atmospheres)*

- Kozlova, O. G. (1964): Diatoms of the Indian and Pacific Sector of the Antarctic. Published for the National Science Foundation, Washington, D.C. by the Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem (1966): 1-191
- Lange, M. A.; S. F. Ackley; P. Wadhams; G. S. Dieckmann and H. Eicken (1989): Development of sea ice in the Weddell Sea, Antarctica. *Ann. Glaciol.* 12: 92-96
- Leppänen, J. - M. and K. Kononen (1988): Cycling of organic matter during the vernal growth period in the open northern Baltic proper. III. Phytoplankton composition and estimation of loss rates of phytoplankton production. *Finnish Mar. Res.* 255: 37-54
- Leventer, A. and R. B. Dunbar (1987): Diatom flux in McMurdo Sound, Antarctica. *Mar. Micropaleont.* 12:49-64
- Lewis, E. L. and R. G. Perkin (1986): Ice pumps and their rates. *J. Geophys. Res.* 91: 11756-11762
- Limbert, D. W. S.; S. J. Morrison; C. B. Sear; P. Wadhams and M. A. Rowe (1989): Pack-ice motion in the Weddell Sea in relation to weather systems and determination of a Weddell Sea sea-ice budget. *Ann. Glaciol.* 12: 104-112
- Lindholm, T. and A. - C. Mörk (1989): Symbiotic algae and plastids in planktonic ciliates. *Mem. Soc. Fauna & Flora Fennica* 65: 17-22
- Lucas, C. E. (1940): Ecological investigations with the continuous plankton recorder: The phytoplankton in the southern North Sea, 1932-7. *Hull. Bull. Mar. Ecol.* 1(3): 73-170
- Maeda, M. (1986): An illustrated guide to the species of the Families *Halteriidae* and *Strobilidiidae* (Oligotrichida, Ciliophora), free swimming protozoa common in the aquatic environment. *Bull. Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo* 21: 1-67
- Maeda, M. and P. G. Carey (1985): An illustrated guide to the species of the Family *Strombidiidae* (Oligotrichida, Ciliophora), free swimming protozoa common in the aquatic environment. *Bull. Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo* 19: 1-68
- Mangin, M. L. (1915): Phytoplankton de l'Antarctique. Deux. Expéd. Antarct. Française 1908-1910: 1-95
- Manguin, E. (1960): Les diatomées de la Terre Adélie campagne du "Commandant Charcot" 1949-1950. *Ann. des Sc. Nat., Bot.* 12: 223-363
- Marchant, H. J. and A. McEldowney (1986): Nanoplanktonic siliceous cysts from Antarctica are algae. *Mar. Biol.* 92: 53-57
- Marra, J. and D. C. Boardman (1984): Late winter chlorophyll a distributions in the Weddell Sea. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 19: 197- 205
- Marschall, H. P. (1988): The overwintering strategy of Antarctic krill under the pack-ice of the Weddell Sea. *Polar Biol.* 9: 129-135
- Marshall, P. T. (1958): Primary production in the Arctic. *J. Cons. Int. Explor. Mer* 23: 173-177
- Martinson, D. G. and C. Wamser (1990): Ice drift and momentum exchange in winter Antarctic pack ice. *J. Geophys. Res.* 95: 1741-1755
- Maykut, G. A. (1985): The Ice Environment. In: Horner, R. A. (Ed.): *Sea Ice Biota*. CRC Press, Boca Raton, Florida: 21-82
- Maykut, G. A. and T. C. Grenfell (1975): The spectral distribution of light beneath first-year sea ice in the Arctic Ocean. *Limnol. Oceanogr.* 20: 554-563
- McManus, G. B. and J. A. Fuhrman (1986): Photosynthetic pigments in the ciliate *Laboea strobila* from Long Island Sound, USA. *J. Plankton Res.* 8: 317-327
- Megard, R. O. and T. Berman (1989): Effects of algae on the Secchi transparency of the southeastern Mediterranean Sea. *Limnol. Oceanogr.* 34: 1640-1655
- Middleton, J. H. and S. E. Humphries (1989): Thermohaline structure and mixing in the region of Prydz Bay, Antarctica. *Deep-Sea Res.* 36: 1255-1266

- Middleton, J. H.; T. D. Foster and A. Foldvik (1982): Low-frequency currents and continental shelf waves in the Southern Weddell Sea. *J. Phys. Oceanogr.* 12: 618-634
- Middleton, J. H.; T. D. Foster and A. Foldvik (1987): Diurnal shelf waves in the southern Weddell Sea. *J. Phys. Oceanogr.* 17: 784-791
- Mitchell, J. G. and M. W. Silver (1982): Modern archaeomonads indicate sea-ice environments. *Nature* 296: 437-439
- Montagnes, D. J. S. and D. H. Lynn (1989): The annual cycle of *Mesodinium rubrum* in the waters surrounding the Isles of Shoals, Gulf of Maine. *J. Plankton Res.* 11: 193-201
- Montagnes, D. J. S.; D. H. Lynn; D. K. Stoecker and E. B. Small (1988): Taxonomic descriptions of one new species and redescription of four species in the family *Strombidiidae* (Ciliophora, Oligotrichida). *J. Protozool.* 35: 189-197
- Morley, J. J. and J. C. Stepien (1984): Siliceous microfauna in waters beneath Antarctic sea ice. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 19: 207-210
- Mortain-Bertrand, A. (1988): Photosynthetic metabolism of an Antarctic diatom and its physiological responses to fluctuations in light. *Polar Biol.* 9: 53-60
- Mortain-Bertrand, A. (1989): Effects of light fluctuations on the growth and productivity of Antarctic diatoms in culture. *Polar Biol.* 9: 245-252
- Nelson, D. M. and L. I. Gordon (1982): Production and pelagic dissolution of biogenic silica in the Southern Ocean. *Geochim. Cosmochim. Acta* 46: 491-501
- Nelson, D. M.; W. O. Smith; L. I. Gordon and B. A. Huber (1987): Spring distributions of density, nutrients, and phytoplankton biomass in the ice edge zone of the Weddell-Scotia Sea. *J. Geophys. Res.* 92: 7181-7190
- Nelson, D. M.; W. O. Smith; R. B. Muench; L. I. Gordon; C. W. Sullivan and D. M. Husby (1989): Particulate matter and nutrient distributions in the ice-edge zone of the Weddell Sea: Relationship to hydrography during late summer. *Deep-Sea Res.* 36: 191-209
- Neori, A. and O. Holm-Hansen (1982): Effect of temperature on rate of photosynthesis in antarctic phytoplankton. *Polar Biol.* 1: 33-38
- Nöthig, E. - M. (1988): Untersuchungen zur Ökologie des Phytoplanktons im südöstlichen Weddellmeer im Januar/Februar 1985 (Antarktis). *Ber. Polarforsch.* 53: 1-118
- Nöthig, E. - M. and B. v. Bodungen (1989): Occurrence and vertical flux of faecal pellets of probably protozoan origin in the southeastern Weddell Sea (Antarctica). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 56: 281-289
- Nothnagel, J. and M. Wanzek (1989): Zur Ökophysiologie der antarktischen Eisalge *Chaetoceros neogracile* van Landingham. *Dipl. Arb. Univ. Bremen, Bremen*
- Palmisano, A. C. and C. W. Sullivan (1982): Physiology of sea ice diatoms. 1. Response of three polar diatoms to a simulated summer-winter transition. *J. Phycol.* 18: 489-498
- Palmisano, A. C.; J. B. Soohoo; S. L. Soohoo; S. T. Kottmeier; L. L. Craft and C. W. Sullivan (1986): Photoadaptation in *Phaeocystis pouchetii* advected beneath annual sea-ice in McMurdo Sound, Antarctica. *J. Plankton Res.* 8: 891-906
- Parke, M.; J. C. Green and I. Manton (1971): Observations on the fine structure of zooids of the genus *Phaeocystis* (Haptophyceae). *J. mar. biol. Ass. U.K.* 51: 927-941
- Patterson, S. L. and H. A. Sievers (1980): The Weddell-Scotia Confluence. *J. Phys. Oceanogr.* 10: 1584-1610
- Perovich, D. K. (1989): A two-stream, multilayer, spectral radiative transfer model for sea ice. *U.S. Army Cold Reg. Res. and Eng. Lab., Hanover, N.H. CRREL Report 89-15: 1-20*
- Perrin, R. A.; P. Lu and H. J. Marchant (1987): Seasonal variation in marine phytoplankton and ice algae at a shallow Antarctic coastal site. *Hydrobiologia* 146: 33-46
- Peterson, R. G. and T. Whitworth III (1989): The subantarctic and polar fronts in relation to deep water masses through the southwestern Atlantic. *J. Geophys. Res.* 94: 10,817-10,838



- Platt, T. and D. V. J. Subba Rao (1970): Primary production measurements on a natural plankton bloom. J. Fish. Res. Bd. Canada 27: 887-899
- Priddle, J. (1985): Species composition of net phytoplankton from Drake Passage, Bransfield Strait and Scotia Sea during summer, 1982. Meeresforsch. 30: 240-250
- Priddle, J. and G. A. Fryxell (1985): Handbook of the common plankton diatoms of the southern ocean: Centrales except the genus *Thalassiosira*. Br. Antarct. Surv., Cambridge: 1-159
- Priddle, J.; R. B. Haywood and E. Theriot (1986): Some environmental factors influencing phytoplankton in the Southern Ocean around South Georgia. Polar Biol. 5: 65-79
- Rakusa-Suszczewski, S. (1972): Winter hydrological observations in Alasheyev Bight, eastern Antarctic. Pol. Arch. Hydrobiol. 19: 1-9
- Redfield, A. C. (1958): The biological control of chemical factors in the environment. American Scientist 46: 205-221
- Reid, P. C. (1987): Mass encystment of a planktonic oligotrich ciliate. Mar. Biol. 95: 221-230
- Ropelewski, C. F. (1983): Spatial and temporal variations in Antarctic sea ice. J. Clim. Appl. Met. 22: 470-473
- Rutgers van der Loeff, M. M. and A. J. v. Bennekom (1989): Weddell Sea contributes little to silicate enrichment in Antarctic Bottom Water. Deep-Sea Res. 36: 1341-1357
- Sakshaug, E. (1989): The physiological ecology of polar phytoplankton. In: Rey, L.; Alexander, V. (Eds.): Proceedings of the sixth conference of the Comité Arctique International 13-15 May 1985. E. J. Brill, Leiden: 61-89
- Sakshaug, E. and O. Holm-Hansen (1984): Factors governing pelagic production in polar oceans. In: Holm-Hansen, O.; Bolis, L.; Gillies, R. (Eds.): Marine phytoplankton and productivity. Lecture notes on coastal and estuarine studies 8. Springer Verlag, Berlin: 1-18
- Sakshaug, E. and O. Holm-Hansen (1986): Photoadaptation in Antarctic phytoplankton: variations in growth rate, chemical composition and P versus I curves. J. Plankton Res. 8: 459-473
- Sakshaug, E. and H. R. Skjoldal (1989): Life at the Ice Edge. AMBIO 18: 60-67
- Sakshaug, E.; D. Slagstad and O. Holm-Hansen (in press): Factors controlling the development of phytoplankton blooms in the Antarctic Ocean - A mathematical model. Marine Chemistry
- Schlosser, P.; W. Roether and G. Rohardt (1987): Helium-3 balance of the upper layers of the northwestern Weddell Sea. Deep-Sea Res. 34: 365-377
- Schnack-Schiel, S. (1987): The winter expedition of RV "Polarstern" to the Antarctic (ANT V/1-3). Ber. Polarforsch. 39: 1-259
- Schnack-Schiel, S. B.; W. Hagen and E. Mizdalski (einger.): A seasonal comparison of *Calanoides acutus* and *Calanus propinquus* (Copepoda, Calanoida) in the eastern Weddell Sea, Antarctica. Mar. Ecol. Prog. Ser.
- Semina, H. J. (1979): The geography of plankton diatoms of the southern ocean. Nova Hedwigia (Beih.) 64: 341-358
- Sicko-Goad, L.; E. F. Stoermer and J. P. Kociolek (1989): Diatom resting cell rejuvenation and formation: time course, species records and distribution. J. Plankton Res. 11: 375-389
- Silver, M. W.; J. G. Mitchell and D. L. Ringo (1980): Siliceous nanoplankton. II. Newly discovered cysts and abundant choanoflagellates from the Weddell Sea, Antarctica. Mar. Biol. 58: 211-217
- Smetacek, V. (1975): Die Sukzession des Phytoplanktons in der westlichen Kieler Bucht. Diss. Univ. Kiel: 1-151
- Smetacek, V. (1988): Plankton characteristics. In: Postma, H.; Zijlstra, J. J. (Eds.): Ecosystems of the world. Continental Shelves 27. Elsevier, Amsterdam: 93-130
- Smetacek, V. and U. Passow (1990): Spring bloom initiation and Sverdrup's critical-depth model. Limnol. Oceanogr. 35: 228-234

- Smetacek, V.; R. Scharek and E. - M. Nöthig (in Druck): Seasonal and regional variation in the pelagial and its relationship to the life history cycle of krill. In: Kerry, K.R., Hempel, G. (Eds.): Proc. Vol. 5th SCAR Symposium on Antarctic Biology, Hobart 1988. Springer Verlag, Berlin
- Smetacek, V.; L. I. Gordon; R. Scharek; H. Eicken; E. Fahrbach; G. Rohardt and S. Moore (in Vorber.): Ice platelet layers support phytoplankton blooms along southern Weddell Sea ice shelf. (für Deep-Sea Res.)
- Smith, W. O. (1987): Phytoplankton dynamics in Marginal Ice Zones. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 25: 11-38
- Smith, W. O. and D. M. Nelson (1985): Phytoplankton bloom produced by a receding ice edge in the Ross Sea: Spatial coherence with the density field. *Science* 227: 163-166
- Smith, W. O. and D. M. Nelson (1986): Importance of ice edge phytoplankton production in the Southern Ocean. *BioScience* 36: 251- 257
- Smith, W. O.; N. K. Keene and J. C. Comiso (1988): Interannual variability in estimated primary productivity of the Antarctic marginal ice zone. In: Sahrhage, D. (Ed.): Antarctic ocean and resources variability. Springer-Verlag, Berlin: 131-139
- Souto, S. (1981): Tintinnina. In: Boltovskoy, D. (Ed.): Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicacion especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina: 353-381
- Spindler, M. and G. S. Dieckmann (1986): Distribution and abundance of planktonic foraminifera *Neogloboquadrina pachyderma* in sea ice of the Weddell Sea (Antarctica). *Polar Biol.* 5: 185-191
- Steyaert, J. (1973a): Distribution of plankton diatoms along an African-Antarctic transect. *Inv. Pesq.* 37: 295-328
- Steyaert, J. (1973b): Difference in diatom abundance between the two summer periods of 1965 and 1967 in Antarctic inshore waters (Breed Bay). *Inv. Pesq.* 37: 517-532
- Steyaert, J. (1974): Distribution of some selected diatom species during the belgo-dutch Antarctic expedition of 1964-65 and 1966-67. *Inv. Pesq.* 38: 259-287
- Stoecker, D. K.; A. E. Michaels and L. H. Davis (1987): Large proportion of marine planktonic ciliates found to contain functional chloroplasts. *Nature* 326: 790-792
- Strathmann, R. R. (1967): Estimating the organic carbon content of phytoplankton from cell volume or plasma volume. *Limnol. Oceanogr.* 12: 411-418
- Sullivan, C. W.; A. C. Palmisano and J. Beeler Soohoo (1984): Influence of sea ice and sea ice biota on downwelling irradiance and spectral composition of light in McMurdo Sound. In: Blizard, M. (Ed.): Ocean Optics VII. Proc. Soc. Photo-Optical Instrumentation Engineers 489: 159-165
- Sullivan, C. W.; C. R. McClain; J. C. Comiso and W. O. Smith (1988): Phytoplankton standing crops within an Antarctic ice edge assessed by satellite remote sensing. *J. Geophys. Res.* 93: 12487-12498
- Sundström, B. G. (1986): The marine diatom genus *Rhizosolenia*. Diss. Univ. Lund, Schweden: 1-196
- Syvetsen, E. E. (1977): *Thalassiosira rotula* and *T. gravida*: ecology and morphology. In: Simonsen, R. (Ed.): Proc. Fourth Symp. Recent. Foss. Diatoms in Oslo 1976. Nova Hedwigia, (Beih.) 54: 99-112
- Takahashi, M. and K. D. Hoskins (1978): Winter condition of marine plankton populations in Saanich Inlet, B. C., Canada. II. Micro-Zooplankton. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 32: 27-37
- Takahashi, M.; J. Barwell-Clarke; F. Whitney and P. Koeller (1978): Winter condition of marine plankton populations in Saanich Inlet, B. C., Canada. I. Phytoplankton and its surrounding environment. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 31: 283-301
- Tchernia, P. and P. F. Jeannin (1980): Observations on the Antarctic East Wind Drift using tabular icebergs tracked by satellite Nimbus F (1975-1977). *Deep-Sea Res.* 27: 467-474
- Theriot, E. and G. A. Fryxell (1985): Multivariate statistical analysis of net diatom species distributions in the southwestern Atlantic and Indian Ocean. *Polar Biol.* 5: 23-30

- Thomsen, H. A. (1986): A survey of the smallest eucaryotic organisms of the marine phytoplankton. In: Platt, T.; Li, W. K. W. (Eds.): Photosynthetic Picoplankton. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 214: 121-158
- Treshnikov, A. F. (1964): Surface water circulation in the Antarctic Ocean. Soviet Antarctic Expedition Information Bulletin 45 (2): 81-83
- Unesco (1966): Determination of photosynthetic pigments in sea water. Monogr. Oceanogr. Methodol. (Unesco) 1: 1-66
- Utermöhl, H. (1931): Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons. Verh. int. Ver. theor. angew. Limnol. 5: 567-596
- Utermöhl, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. int. Ver. theor. angew. Limnol. 9: 1-38
- Verity, P. G.; T. A. Villareal and T. J. Smayda (1988): Ecological investigations of blooms of colonial *Phaeocystis pouchetii* - I. Abundance, biochemical composition, and metabolic rates. J. Plankton Res. 10: 219-248
- Vladimirovskaya, E. V.; R. R. Makarov; V. V. Maslennikov and O. A. Movchan (1976): Some traits of phytoplankton distribution in the southern part of the Scotia Sea in spring. Oceanology 16: 1069-1074
- Watanabe, K. (1982): Centric diatom communities in antarctic sea ice. Antarct. Rec. 74: 119-126
- Whitaker, T. M. (1982): Primary production of phytoplankton off Signy Island, South Orkney, the Antarctic. Proc. R. Soc. Lond., B, 214: 169-189
- Whitworth III, T. (1988): The Antarctic Circumpolar Current. Oceanus 31/2: 53-58
- Whitworth III, T. and W. D. Nowlin (1987): Water masses and currents of the southern ocean at the Greenwich Meridian. J. Geophys. Res. 92: 6462-6476
- Wilson, D. L.; W. O. Smith and D. Nelson (1986): Phytoplankton bloom dynamics of the western Ross Sea ice edge - I. Primary productivity and species-specific production. Deep-Sea Res. 33: 1375-1387
- Wood, A. M.; R. Lande and G. A. Fryxell (1987): Quantitative genetic analysis of morphological variation in an Antarctic diatom grown at two light intensities. J. Phycol. 23: 42-54
- Zwally, H. J.; J. C. Comiso; C. L. Parkinson; W. J. Campbell; F. D. Carsey and P. Gloersen (1983): Antarctic sea ice, 1973-1976: satellite passive-microwave observations. NASA Special Publication, SP-459, Washington, DC: 1-224
- Zwally, H. J.; J. C. Comiso and A. L. Gordon (1985): Antarctic offshore leads and polynyas and oceanographic effects. In: Jacobs, S. S. (Ed.): Oceanology of the Antarctic continental shelf. Ant. Res. Ser. 43: 203-226

## 6 Anhang

Tabelle 20:

Alle erkennbaren Arten und Formen, die im Spätwinter und Frühjahr bestandsbildend oder vereinzelt im Pelagial der Küstenpolynya und des Weddelwirbels auftraten.

i: sehr selten (< 1 Zelle/l), I: vereinzelt (>1 Zelle/l),

xx: +/- 50 Zellen/l, xxx: > 50 - n 100 Zellen/l, xxxx > 1000 Zellen/l

( ): Zellen leer, ( ): Zellen lädiert

Diatomeen	Weddelwirbel, Packersgebiet						Küstenpolynya		
	ACC	nördl. Flanke		südl. Flanke		südöstl. Gebiet		südl. Gebiet	
	Winter	Winter	Frühj.	Winter	Frühj.	Winter	Frühj.	Winter	
<i>Chaetoceros bulbosum</i> (Ehrb.) Heiden		I	I		I				
<i>Chaetoceros bulbosum</i> f. <i>cruciata</i> (Karsten) Heiden	xxx (I)	(I)	x		I		i	i	
<i>Chaetoceros bulbosum</i> var. <i>Schimperiana</i> (Karsten) Heiden	x	(xx) (I)	x		I				
<i>Chaetoceros atlanticum</i> Cleve	xx	(xx) (I)	(I)				(i)	(i)	
<i>Chaetoceros atlanticum-dichaeta</i>		(xx) (I)							
<i>Chaetoceros dicaeta</i> Ehrenberg, große Form	xx (I)	(x)	(x)		(I)	(i)	(i)	(i)	
<i>Chaetoceros dicaeta</i> Ehrenberg, kleine Form			x		I				
<i>Chaetoceros peruvianum</i> Brightwell	xx	I	(I)					(i)	
<i>Chaetoceros pendulum</i> Karsten	x	x	(I)				(i)	(i)	
<i>Chaetoceros croophilum</i> Castracane		(x) (x)	(I)	(I)	(i)	(i) (i)	(I) (I)	(i)	
<i>Chaetoceros convolutum</i> Castracane	(x)	(x)	(I)		(I)		(i)		
<i>Chaetoceros dellandrei</i> Manguin		I	I		I				
<i>Chaetoceros forcipatus</i> Mangin	xx	I (I)							
<i>Chaetoceros castracanei</i> Karsten	xx	I				i		i	
<i>Chaetoceros adelianus</i> Manguin		(I)					(i)		
<i>Chaetoceros skeleton</i> (Cleve) Mangin, 1915	xx	I	x						
<i>Chaetoceros curvisetum</i> Cleve	xxxx	xx							
<i>Chaetoceros neglectum</i> Karsten	xxx (x)	xxx (x)	xxx		xx	I (i)	x (i)	x	
<i>Chaetoceros neogracile</i> Van Landingham	xxx	xxx	xx	I			I	I	
<i>Chaetoceros gausii</i> Heiden	I								
<i>Chaetoceros</i> Typ a Sektion Hyalochaete							I (i)	x	
<i>Chaetoceros</i> Typ b Sektion Phaeoceros	xx	x	(I)		I		(i)	(i)	
<i>Chaetoceros</i> Typ c Sektion Phaeoceros	x	I	(I)			i	i		
<i>Chaetoceros</i> spp. Sektion Hyalochaete			x			i			
<i>Rhizosolenia alata</i> Brightwell f. <i>gracillima</i>	xx	(xx)	(xx)	I	(x)	(I) (I)	(I) (i)	(I)	
<i>Rhizosolenia alata</i> Brightwell f. <i>inermis</i>	xx	x	x	I	x	(i) (i)	(i) (i)	i	
<i>Rhizosolenia alata</i> Brightwell f. <i>truncata</i> , breite Form			I			i (i)	i (i)	I (i)	
<i>Rhizosolenia alata</i> Brightwell f. <i>truncata</i> , schmale Form		x	I	x	I		i	i	
<i>Rhizosolenia chunii</i> Karsten	xx	(I)	I				(i) (i)	(i)	
<i>Rhizosolenia chunii</i> Karsten, "phase juvenile" Manguin, 1960	x	I	x						
<i>Rhizosolenia chunii</i> (Karsten), schmale Form	I								
<i>Rhizosolenia antennata</i> (Ehrb.) Brown f. <i>semispina</i> (Sundström)	x	x	(I)	I	(I)	(i)	(i) (i)	(i) (i)	
<i>Rhizosolenia simplex</i> Karsten	I	I	I						
<i>Rhizosolenia antarctica</i> Karsten	xx	(I)	I					i	
<i>Rhizosolenia antarctica</i> Karsten, schmale Form			I						
<i>Dactylosolen antarcticus</i> Castracane, breite Form	xx	xx	I			I		(i)	
<i>Dactylosolen antarcticus</i> Castracane, schmale Form	x	x	I					i (i)	
<i>Dactylosolen tenuijunctus</i> (Manguin) Priddle & Fryxell						(x)	I (I)	I (I)	
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (H. Peragallo) Hasle						(x)	I (I)	I (I)	
<i>L. mediterraneus</i> , mit 1-4 Kränzen von <i>Solenicola setigera</i> Pavillard		I				(I) (I)	I (i)	I (i)	
<i>L. mediterraneus</i> , mit vielen Kränzen von <i>Solenicola setigera</i> Pavill.	x								
<i>Melosira sphaerica</i> Karsten							i	i	
<i>Eucampia balaustium</i> Castracane	x	I	x	I	I	i	I (i)	I (i)	
<i>Eucampia balaustium</i> Castracane, veg. Ketten mit Dauersporen	x	I	x	I	I	i	I (i)	I (i)	
<i>Eucampia balaustium</i> Castracane, zarte Form									
<i>Odontella weissflogii</i> (Janish) Grunow				I	I (I)	i (i)	i (i)	I (i)	
<i>Odontella weissflogii</i> (Janish) Grunow, Dauerspore						i (i)	i (i)	I (I)	
<i>Odontella weissflogii</i> (Janish) Grunow, zarte Form									
<i>Corethron croophilum</i> Castracane	xx	x	xx (xx)	I	x	I (i)	x (i)	i (i)	
<i>Corethron croophilum</i> Castracane, breite Form	x	I	x (x)	I	x	i (i)	I (i)	i (i)	
<i>Corethron croophilum</i> Castracane, Klein, zarte Form	x	x	xx	I	x	i (i)	i	i (i)	
<i>Asteromphalus hyalinus</i> Karsten		(I)	I (I)	(I)	(I)	(I)	i (I)	i (I)	
<i>Asteromphalus hookeri</i> Ehrenberg	x	I	I (I)		(I)	(I)	I (I)	i (I)	
<i>Actinocyclus actinochilus</i> (Ehrb.) Simonsen	I	(i)	I (I)	I (i)	I (I)	(I)	I (I)	I (I)	
<i>Coscinodiscus curvatus</i> Grunow	I								
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehrenberg							i	i	
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> Ehrenberg		I			I	i	i	I	
<i>Coscinodiscus oculoides</i> Karsten							i		
<i>Stellarima microtrias</i> (Karsten) Hasle & Sims				(I)	x (I)	I (i)	x (I)	x (I)	
<i>Stellarima microtrias</i> , Dauerspore (Grunow) Syvertsen					x (I)	I (I)	I (I)	I (I)	
<i>Porosira glacialis</i> (Grunow) Joergensen				I	I	i (i)	I (i)	I (I)	
<i>Porosira pseudodenticulata</i> (Hustedt) Langerheim	I (I)	i (i)	I	I	x (I)	I (I)	x (I)	xx (x)	

i: sehr selten (< 1 Zelle/l), I: vereinzelt (>1 Zelle/l),  
 x: +/- 50 Zellen/l, xx: > 50 - n 100 Zellen/l, xxx > 1000 Zellen/l  
 ( ): Zellen leer, ( ): Zellen lüdiert

Tabelle 20; Fortsetzung

	Weddellwirbel, Packeisgebiet					Küstenpolynya		
	ACC	nördl. Flanke	südl. Flanke	südöstl. Gebiet	südl. Gebiet			
	Winter	Winter	Frühj.	Winter	Frühj.	Winter	Frühj.	Winter
Thalassiosira antarctica Comber			I		xx (I)	x (I)	xx (I)	xxx (x)
Thalassiosira antarctica Comber, Dauerspore			I (I)			(I)	(I)	(I)
Thalassiosira ritscheri (Hustedt) Hasle			I		I	I (I)	I (I)	x (I)
Thalassiosira decipiens (Grunow) Joergensen								
Thalassiosira frenguelli Kozlova, - frenguelliopsis Fryxell&Johansen	xxx	xx (x)	xx (xx)	I	I	I		(I)
Thalassiosira gracilis (Karsten) Hustedt/ - perpusilla Kozlova	xxx (xx)	xx (xx)	x		xx	I (I)	x (I)	x (I)
Thalassiosira gracilis var. expecta (van Landingham) Fryxell & Hasle			I					
Thalassiosira gravida Cleve	x	I				(I)		
Thalassiosira kozlovii (Kozlova) Makarova							i	I
Thalassiosira lentiginosa (Janish) Fryxell	xx	x (I)	xx (xx)	(I)	I (I)	(I)	(I) (I)	
Thalassiosira maculata (Janish) Fryxell & Johansen	I	I	I					
Thalassiosira oliverana (O'Meara) Makarova & Nikolaev	I	I	I	I	I	i (I)	i (I)	i
Thalassiosira scotia Fryxell & Hoban			x			(I)		
Thalassiosira infulta Fryxell			I			(I)		(I)
Thalassiosira tumida (Janish) Hasle	I	I	I (I)			i (I)	i (I)	i (I)
Thalassiosira spp.								
Thalassiosiraceae Dauerspore	i		I					i
Thalassiosiraceae Auxospore			i				i	i
Thalassiothrix antarctica (Cleve & Grunow) Schimper	(xx)	(x)	(x)	(I)	(I) (I)	(I)	(I)	(I)
Tropidoneis Vanheurckii Heiden	x	x	xx	I	xx	I (I)	x (I)	xx (I)
Tropidoneis glacialis Heiden, - antarctica (Grunow) Cleve	x	I	x	I	x		i	i
Tropidoneis antarctica (Grunow) Cleve, breite Form		I		I	I			
Tropidoneis belgicae Van Heurck	I				I (I)	i	i	I
Amphiprora kufferathii Manguin			I		I	i	i	I
Amphiprora kjellmani Cleve							i	i
Amphiprora oestrupii Van Heurck								i
Thalassionema bacillans (Heiden) Hasle & de Mendiola	I					i	i	i
Gyrosigma spp.	I	I	I			I		
Peurosigma spp.			I			i (I)	i (I)	I (I)
Navicula glacial Van Heurck			I		i			
Navicula criophila (Castracane) De Toni	I	x		i		i (I)	i (I)	
Navicula spp.								
Haslea trompii (Cleve) Simonsen							(I)	
Pinnularia spp.					(I)		(I)	
Nitzschia cylindrus (Grunow) Hasle, kleine Form	xxx (xxx)	xxx (xxx)	xxx (xxx)	I	xxx (xxx)	x (x)	xxx (x)	xx (I)
Nitzschia cylindrus (Grunow) Hasle, lange Form						I (I)	I (I)	xx (xx)
Nitzschia kerguelensis (O'Meara) Hasle, kleine Form	xxx	xx (xx)		I (x)	I	I (I)	i (I)	(I)
Nitzschia kerguelensis (O'Meara) Hasle, mittlere Form	xxx	xx (xx)	xx (xx)	I (x)	I (I)	I (I)	i (I)	(x)
Nitzschia kerguelensis (O'Meara) Hasle, große Form	xx	x (x)	I (I)	I	xx (xx)	I (I)	i (I)	(I)
Nitzschia curta (Van Heurck) Hasle, kleine Form	xx	x (x)	xx (xx)	I	xx (xx)	I (I)	x (I)	x (I)
Nitzschia curta (Van Heurck) Hasle, mittlere Form	xx	x (x)	xx (xx)	x	xx (xx)	I (x)	xx (x)	x (x)
Nitzschia ritscheri (Hustedt) Hasle, mittlere Form	xx	x (x)	x (x)	x	x (x)	I (I)	x (I)	x (I)
Nitzschia ritscheri (Hustedt) Hasle, große Form	x	x (x)	x (x)	I	x (x)	I (I)	I (I)	x (I)
Nitzschia sublineans (Van Heurck) Heiden Hasle		x	I	I	x	I (I)	I (I)	I (I)
Nitzschia obliquecostata (Van Heurck) Hasle						I (I)	I (I)	I (I)
Nitzschia angulata Hasle	xx	I (I)	I		x (I)	I (I)	(I)	I (I)
Nitzschia spp. Sektion Fragillaropsis								
Nitzschia heimii Manguin	xxx	I (I)	I					
Nitzschia turgiduloides Hasle, - lineola (Cleve) Hasle	xxx (xxx)	xx (xx)	xx (xx)	x	xx (xx)	i	I	I (I)
Nitzschia prolongatoides Hasle			x	I	I		i	i
Nitzschia spp. Sektion Pseudonitzschia								
Nitzschia leointei Van Heurck							i	i (I)
Nitzschia subcurvata Hasle		I	xx	I	xx	i	I	xx (I)
Nitzschia closterium (Ehrb.) W. Smith		I	xx		x		i	i (I)
Nitzschia spp. Sektion Nitzschella								
Nitzschia neglecta Hustedt					i		i	I (I)
Nitzschia stellata Manguin							i	I (I)
Nitzschia taeniiformis (Hustedt) Simonsen			i	i	i		i (I)	I (I)
<b>Dinoflagellaten</b>								
Gyrodinium cf. lachryma Meunier, kleine Form	xx	x	I	x	I	i	I	I
Gyrodinium cf. lachryma Meunier, große Form	xx	I	x	I	I	I	I	i
Gyrodinium cf. glacialis Hadai	x	x	I	x	I	I	i	i
Gyrodinium cf. rhabdomante Balech	I	I				i	i	i
Gyrodinium sp., kleine Form	xx	xx	I	xx	I	xx	I	xx
Gyrodinium sp., große Form	I	x	I		I	I	I	I
Gymnodinium cf. modestum Balech, kleine Form	xx	xx	xx	xx	xx	x	xx	xx
Gymnodinium cf. modestum Balech, große Form	x	x	xx	I	xx	x	x	I

i: sehr selten (< 1 Zelle/l), I: vereinzelt (>1 Zelle/l),  
 x: +/- 50 Zellen/l, xx: > 50 - n 100 Zellen/l, xxx > 1000 Zellen/l  
 (): Zellen leer, ( ): Zellen lädiert

Tabelle 20: Fortsetzung

	Weddellwirbel, Packeisgebiet						Küstenpolynya		
	ACC	nördl. Flanke		südl. Flanke		südöstl. Gebiet		südl. Gebiet	
	Winter	Winter	Frühj.	Winter	Frühj.	Winter	Frühj.	Winter	
Gymnodinium cf. flavum Kofoid & Swezy	I		I				I		
Gymnodinium sp. kleine Form	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
Gymnodinium sp. große Form	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	
Amphidinium cf. hadai Balech, kleine Form	xx	x	I	x		I	I		
Amphidinium cf. hadai Balech, große Form	x	I	I	I	I		I	I	
Amphidinium spp.							I		
Polykrikos Typ a							I	I	
Polykrikos Typ b		I	I		I	I			
Oxytoxum cf. crophilum Balech	x	I					I		
Protoperidinium adeliense Balech	I		I					I	
Protoperidinium antarcticum Schimper						I	I	I	
Protoperidinium appianatum Mangin	x					I	I	I	
Protoperidinium defectum Balech			x			I		I	
Protoperidinium latistriatum Balech									
Protoperidinium obovatum Wood			I		I		I		
Protoperidinium spp.	xxx	I	x	I	I	I		I	
Dinophysis meleori Böhm	I								
Dinophysis spp.		I	I		I	I	I		
Podolampas antarctica Balech		I							
cf. Micracanthodinium sp.		I						I	
Exuviella antarctica Hada							I	I	
Dinoflagellat Typ n						I	I	I	
Dinoflagellat Typ b			I		I		I		
Dinoflagellat Typ c, athekat, heterotroph							I		
Dinoflagellat, thekat, kleine Form	xx	I	I	I	I	I	I	I	
Dinoflagellat, thekat, große Form	I	I	I	I	I	I	I	I	
Ciliaten									
Myrionecta rubra (Lohmann) Grain, kleine Form	I	x		x	xx	xx	xx	I	
Myrionecta rubra (Lohmann) Grain, große Form	I	I	I	I	x	I	xx	I	
Strombidium cf. prorogatum Busch, kleine Form		I	I	I	I	I			
Strombidium cf. prorogatum Busch, große Form			x		x				
Strombidium cf. antarcticum Busch, kleine Form	I	I	I	I					
Strombidium cf. antarcticum Busch, große Form	I	I	I	I					
Strombidium cf. diversum Busch, kleine Form	I	x	xx	I	xx	x	xx	I	
Strombidium cf. diversum Busch, große Form			xx				x		
Strombidium cf. hadai Maeda & Carey	I	x	xx	I	xx	I	x		
Strombidium cf. conicum Lohmann, kleine Form	I	I	I	I	I	I		I	
Strombidium cf. conicum Lohmann, große Form	I	I	I	I	I	I			
Strombidium cf. striatum Busch									
Strombidium cf. strobilus Lohmann, kleine Form		I	I	I	I				
Strombidium cf. strobilus Lohmann, große Form		I	I	I	I		I		
Strombidium spp.	xx	xx	xx	x	xx	x	I	x	
Tontonia spp.		I	I	I	I	I	I		
Lohmanniella spp.		I	I	I	I	I	I		
Strobilidium cf. typicum Fauré-Fremiet, kleine Form					I				
Strobilidium cf. typicum Fauré-Fremiet, große Form					I				
Strobilidium cf. pelagicum Fauré-Fremiet									
Strobilidium cf. marinum Fauré-Fremiet									
Strobilidium spp.					I				
Lacrymaria sp. kleine Form	I	I		I		I	I	I	
Lacrymaria sp. große Form	I	I	I	I	I	I			
Didinium gargantua (Kaht)			I						
Didinium Typ a, kleine Form	I	x		I		I	I	I	
Didinium Typ a, große Form			I		I		I		
Tintinnopsis Typ a	I (I)							I	
Tintinnopsis spp.		I (I)	I (I)			I (I)	I (I)	I	
Laakmanniella naviculifera (Laackmann)	I (I)	I (I)	I (I)		I (I)	I (I)	I (I)	I	
Laakmanniella spp.			I (I)			I (I)		I	
Salpingella accuminata (Claparède & Laackmann)	I (I)	I (I)	I (I)		I (I)	I (I)	I (I)	I	
Salpingella spp.			I (I)		I (I)	I (I)	I (I)		
Codoneleopsis gausii (Laackmann)	I (I)		I (I)				I (I)	I	
Cymatocylis brevicaudata (Laackmann), kleine Form	I (I)		I (I)			I (I)	I (I)		
Cymatocylis brevicaudata (Laackmann), große Form								I	
Amphorelopsis spp.			I (I)		I (I)		I (I)		
Stenstrupiella spp.									
Ormosella spp.									
Ciliat, Typ a kleine Form			I		I	I	I	I	
Ciliat, Typ a große Form					I		I		

I: sehr selten (< 1 Zelle/l), I: vereinzelt (>1 Zelle/l),  
 x: +/- 50 Zellen/l, xx: > 50 - n 100 Zellen/l, xxx > 1000 Zellen/l  
 ( ): Zellen leer, ( ): Zellen lüdiert

Tabelle 2Q: Fortsetzung

	Weddellwirbel, Packeisgebiet						Küstenpolynya	
	ACC	nördl. Flanke		südl. Flanke		südöstl. Gebiet		südl. Gebiet
	Winter	Winter	Frühj.	Winter	Frühj.	Winter	Frühj.	Winter
Ciliat, holotrich			I		I	I	I	I
Ciliat, einzystiert		I						
<b>kleine Flagellaten</b>								
Distephanus speculum (Ehrb.) Haëckel	xx (xxx)	x (x)	I (I)			I (I)	I (I)	I (I)
Pyramimonas sp.	xx	x	x	x	xxx	xx	xxx	x
Cryptophyceae, Typ a, kleine Form	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xxx	xxx	x
Cryptophyceae, Typ a, große Form	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xx	xxx	x
Cryptophyceae, Typ b			I	x		xx	x	xx
Cryptophyceae Typ c		xxx				xxx	xx	xx
Nanoflagellat, kleine Form		I	I		I	x	x	x
Nanoflagellat, große Form						x	x	x
Phaeocystis sp., Flagellat klein	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xx
Phaeocystis sp., Flagellat mittel	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Phaeocystis sp., Flagellat groß	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	x	x	x
Phaeocystis sp. Koloniezelle			xx		xx		x	
Phaeocystis sp. Kolonie	(I)	(I)	(x)		(x)		(i)	
µ-Flagellat, 2-3 µm	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
cf. Chlamydomonas sp.						I		I
cf. Pseudobodo sp.		x		x			x	I
Chrysophceenecyste Archaeomonadiceae (Dellandre), kleine Form		I (I)	xx (I)	I (I)	x (I)	I (I)	x (x)	I (I)
Chrysophceenecyste Archaeomonadiceae (Dellandre), große Form		I (I)	xx (I)	I (I)	x (I)	I (x)	x (x)	I (x)
Triparma laevis subsp. laevis (Booth & Marchant)						I	I	
Triparma laevis subsp. ramispina (Booth & Marchant)							I	
Triparma strigata (Booth & Marchant)				I		I	I	I
Choanoflagellat	x (I)	(I)	(I)			(x)	(x)	(x)
<b>andere Protisten</b>								
Neogloboquadrina pachyderma (Ehrenberg)	i	i	i	i			i	i
Stycolonche sp.	I	I	I (I)		(I)	I (I)	I (I)	I (I)
cf. Meriogospira sp.		I		(I)		I (i)		i
Nassellaria, Jugendform, Typ a		((I))	((I))		(I)	((i))	(i) ((i))	
Radiolar		(i)	(i)				(i)	(i)
Challengeron bicome (Haecker)		I					i	i
Challengeron spp.					i	(i)		i
Protocystis harstoni (Murray)			I				i	i
Dinoflagellatendauerstadium Typ a		I	I (I)			i		(i)
Dinoflagellatendauerstadium Typ b		I	I		I		i	
Dinoflagellatendauerstadium Typ c		I			I			
Conidium Spore			I					
Amöbe, Typ a	I	I	I	I	I	(I)	I	I
Amöbe, Typ b					I			
<b>Kotballen</b>								
Kotballen, Copepoden 30 x 60 µm, Inhalt z.g.T. zerbrochene Zellen		I	I	I	I			i
Kotballen, Copepoden	I	I		I			I	i
Kotschnüre Stücke, Krill, B: ca 140 µm, Inh. z.g.T. zerbrochene Zellen								i
Kotschnüre Stücke, Krill, B: ca 70 µm, Inh. z.g.T. zerbrochene Zellen			I			i	I	I
Kotschnüre Stücke, Krill, angelöst, hell		x	I	i	I	I	i	
Kotschnüre Stücke, Krill, angelöst, weiß		I	x	i	I			
Kotballen, rund, 100 µm Inh. z.g.T. zerbrochene Zellen								
kleine Kotb., monospezifisch, Inh. intakte leere Diat.			i			i	I	I
kleine Kotb., monospezifisch, Inh. intakte leere Diat. + amorphe Substanz					i		i	I
kleine Kotb., oligospezifisch, Inh. intakte leere Diat.	i	i	i		i		i	i
kleine Kotb., oligospezifisch, Inh. intakte leere Diat. + amorphe Substanz							i	i
kleine Kotb., polyspezifisch, Inh. intakte leere Diat.	i	i	i					
kleine Kotb., polyspezifisch, Inh. intakte leere Diat. + amorphe Substanz								
kleine Kotb., Inhalt volle Zellen							i	
kleine Kotb., ø 50 - 70 µm, Inh. amorphe Substanz		I	I	I	I	I	i	i
sonstige Kleine Kotballen		I						i
*Minipellets*, *olive green calls*, ø 5 - 15 µm				I		x	x	x
<b>Sonstige Objekte</b>								
Cysten, klein (ca. 8 µm)		i	I	i		I	I	i
Cysten, groß (ca. 20 µm)			I		I	i	I	i
Leptocylindrus- Epiphyten, Solenicola setigera (Pavillard) ohne Wirt	I	I				I	I	(i)
cf. Syncrypta glomerata (Clarke und Pennick)	i							
Zooplankton- Eier						i		
Nauplien	i	i	I		i	I	I	I
Dinoflagellaten mit ingestierten Diatomeen	i	i			i	i	i	i
Ciliaten mit ingestierten Diatomeen							i	i

