

RASCALS (Research on Antarctic Shallow Coastal and Litoral Systems) Untersuchungen zur Struktur und Dynamik eines antarktischen Küstenökosystems

Von Heinz Klöser und Wolf E. Arntz*

Summary: Due to its long and independent development under comparatively constant environmental conditions, the ecosystem of the Southern Ocean may be extremely sensitive to disturbance. This may particularly be true for the coastal areas. Therefore, within the concerns of expected global climate changes scientific interest in the coastal Antarctic ecosystem increased considerably. However, up to now there has not been a complex ecosystem approach, which is integrating individual results in a comprehensive framework. Since 1991, this is realized by the German-Argentinian program „RASCALS“ on King George Island. The aim of the program is to elucidate structures and dynamics of the coastal communities. A limited area is analyzed in great detail, covering as much aspects as possible. Results are fed into a model, which will allow many predictions about the consequences of global climate change for the Antarctic coasts.

Zusammenfassung: Als altes Ökosystem mit einer eigenständigen Entwicklung in vergleichsweise konstanten Umweltverhältnissen ist wahrscheinlich das Südpolarmeer und insbesondere seine Küstenbereiche stark stör anfällig. Daher ist vor dem Hintergrund der erwarteten globalen Klimaänderungen das wissenschaftliche Interesse am küstennahen Flachwasser in der Antarktis in letzter Zeit erheblich gestiegen. Es fehlte bisher jedoch ein umfassender, ökosystemarer Ansatz, der Einzelbefunde in einem größeren Rahmen integriert, wie es seit 1991 im deutsch-argentinischen Programm „RASCALS“ auf King George Island realisiert wird. Projektziel ist, die Struktur und Dynamik der Lebensgemeinschaften im Eulitoral und Sublitoral aufzuklären. Dabei wird ein begrenztes Untersuchungsgebiet möglichst detailliert und umfassend zu analysiert. Die Ergebnisse werden in ein Modell eingespeist, aus dem sich Vorhersagen über die Folgen der globalen Klimaveränderung für die antarktischen Küsten ableiten lassen.

EINFÜHRUNG

Die meeresbiologische deutsche Antarktisforschung der vergangenen beiden Jahrzehnte war ganz überwiegend Tiefwasserforschung, die vor allem unter Einsatz des Forschungsseisbrechers *Polarstern* durchgeführt wurde. Die deutsche Nische lag dabei insbesondere in der Packeiszone des Weddellmeeres, die bis vor kurzem allenfalls sporadischen Besuchern und mit dem Eis driftenden Schiffen zugänglich war. Charakteristisch für diese Zone ist, daß der weitaus größte Teil über Tiefseeböden liegt, und daß wegen der antarktischen Eiskappe, die weit auf das Meer hinausreicht, schon Beprobungsstationen in unmittelbarer Nähe der Eiskante meist in über 200 m Tiefe liegen. An Flachwasser- oder gar Litoralfor schung war in diesen Bereichen nicht zu denken, und somit entfiel eine Reihe vielversprechender Ansätze wie die Betreuung von Experimenten im Flachwasser durch Taucher, Manipulationen in der Gezeitenzone oder die Untersuchung der Interaktion von Land und Meer.

Die schiffsgestützte biologische Forschung im Weddellmeer hat in vielen Bereichen interessante neue Ergebnisse gebracht (Tab. 1). Sie ist keineswegs überflüssig geworden. Mit dem Fortgang der Arbeiten setzte sich jedoch die Erkenntnis durch, daß es zur Lösung vieler Fragen eines komplementären Ansatzes im küstennahen Flachwasser bedarf. Welcher Art z.B. sind die Auswirkungen des „Ozonlochs“ auf Algenbestände, Wirbellose und Fische des Flachwassers? Welche Folgen hat eine globale Erwärmung für den Austausch von Organismen zwischen dem antarktischen Scotia-Bogen und den Gebieten Feuerlands und Patagoniens? Auch das ungeklärte Problem der Flexibilität und „Stabilität“ antarktischer Bodentiergemeinschaften läßt sich am ehesten im Flachwasser lösen, z.B. durch Ausbringen von Besiedlungssubstraten. Von Tauchern betreute Interaktionsforschung im küstennahen und litoral Bereich kann Manipulationen natürlicher Gemeinschaften durchführen, mit Netzkäfigen und der Markierung von Einzelorganismen arbeiten. Ökologische und physiologische Aquariexperimente haben größere Erfolgsaussichten, wenn das Wasser aus dem natürlichen Lebensraum der polaren Organismen stammt und natürliche Nahrung enthält.

Landgestützte Flachwasserforschung bietet in der Antarktis also viele Vorteile und Lösungsmöglichkeiten für Forschungsansätze, die vom Schiff aus nicht betrieben werden können. Diese Erkenntnis ist nicht völlig neu. Umfassende, gut koordinierte Untersuchungen zur Struktur des ufernahen benthischen Ökosystems wurden im hochantarktischen Bereich an der US-amerikanischen Station McMurdo und an der australischen Station Davis durchgeführt, sowie im Bereich der antarktischen Halbinsel auf der US-amerikanischen Station Palmer und auf der polnischen Station Arctowski (Tab. 2). Dazu kommt noch mit einer Fülle von Einzelprojekten die britische Station Signy Island. Die übrigen Untersuchungen erfolgten eher episodisch. Allen diesen Untersuchungen ist gemeinsam, daß die einzelnen Aktivitäten ohne ein verbindendes Konzept unabhängig voneinander durchgeführt wurden, so daß komplexere Fragestellungen nicht beantwortet werden konnten. Ein umfassender, ökosystemarer Ansatz, der Einzelbefunde in einem größeren Rahmen integriert, fehlte bisher.

Seit 1991 betreiben die Biologen des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung (AWI) und die Biologen der Arbeitsgruppe ECOS des Instituto Antártico Argentino (IAA) einen solchen Ansatz unter dem Namen „RASCALS“ (Research

* Dr. Heinz Klöser und Prof. Dr. Wolf E. Arntz, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Columbusstraße, 27515 Bremerhaven.

Manuskript eingereicht 11. Oktober 1994; angenommen 14. Dezember 1994.

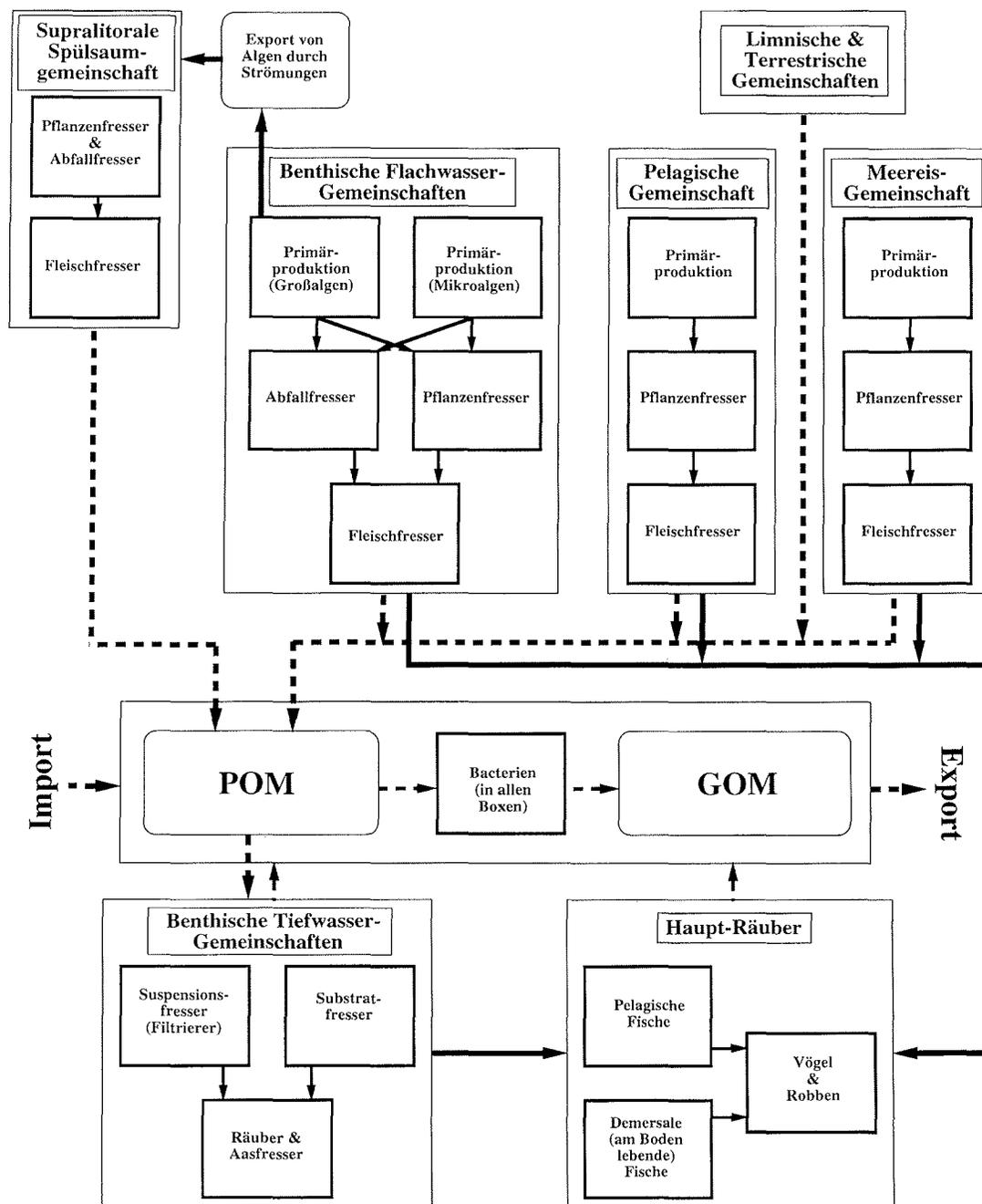


Abb. 1: Vorläufiges Boxmodell des Nahrungsnetzes und der Energieflüsse im Ökosystem der Potter Cove (verändert nach BREY & JARRE-TEICHMANN, unveröff.), POM = partikuläres organisches Material, GOM = gelöstes organisches Material.

Fig. 1: Preliminary box model of food web and energy flow in the ecosystem of Potter Cove (modified after BREY & JARRE-TEICHMANN, unpubl.); POM = particulate organic material, DOM = Dissolved organic material.

on Antarctic Shallow Coastal and Litoral Systems). Während der Projektplanung wurde zunächst ein Boxmodell erstellt (Abb.1), das die Systemkomponenten und ihre vermutlichen Wechselwirkungen skizziert. Ort der Untersuchungen ist die Potter Cove auf King George Island bei 62° 14 S, 58° 40' W, wo Deutschland und Argentinien gemeinsam das „E. Dallmann-Laboratorium“ als Annex an die argentinische Station Jubany errichtet haben (Abb. 2). Das Dallmann-Labor wurde am 20. Januar 1994 offiziell eingeweiht. Alle Untersuchungen werden

in einem Partnerschaftssystem betrieben, bei dem deutsche und argentinische Partner jeweils von der Planung bis zur Publikation an einer gemeinsamen Fragestellung arbeiten.

Projektziel ist, die Struktur und Dynamik (sowohl die saisonale wie die interannuelle) der Lebensgemeinschaften im Eulitoral und Sublitoral der Niederantarktis (Antarktische Halbinsel, Scotia-Bogen) aufzuklären. Dabei wird nicht großräumig verfahren, sondern ein überschaubares Gebiet wird im Detail, in

Thema	Autor	
Ökologie des Benthos größerer Wassertiefen	KLAGES & GUTT 1990a	
	KLAGES & GUTT 1990b	
	BARTHEL et al. 1991	
	GUTT 1991	
	Gutt & Piepenburg 1991	
	GUTT et al. 1991	
	HAIN 1991a, b	
	ARTZ et al. 1992	
	BARTHEL & GUTT 1992	
	BREY & HAIN 1992	
	GUTT et al. 1992	
	HERMAN & DAHMS 1992	
	BREY et al. 1993	
	KLAGES 1993	
	ARTZ et al. 1994	
	BREY et al. 1994	
	Ökologie des Planktons	ARTZ & GORNY 1991
		GORNY 1991
		NÖTHIG et al. 1991
		RIEBESELL et al. 1991
BIANCI et al. 1992		
CADÉE et al. 1992		
GORNY et al. 1992		
THOMAS et al. 1992		
MARIN & SCHNACK-SCHIEL 1993		
GUTT & SIEGEL 1994		
Ökologie des Meereises	GLEITZ & KIRST 1991	
	KIRST et al. 1991	
	DIECKMANN et al. 1992	
	GLEITZ & THOMAS 1992	
	WEISSENBERGER 1992	
Biologie der Fische	EKAU & GUTT 1991	
	Ekau 1992	
	Kunzmann & Zimmermann 1992	
Biologie der marinen Warmblüter	WHITE & PIATKOWSKI 1993	
	PLÖTZ et al. 1991	
Taxonomie und Evolutiongeschichte	BORNEMANN et al. 1992	
	KLÖSER et al. 1992	
Biochemie	BRANDT 1991	
	GUTT & KLAGES 1991	
	JORDAN et al. 1991	
	WÄGELE & HAIN 1991	
	BRAND 1992a, b, c, d, e	
	DAHMS 1992a, b	
	DAHMS & POTTE 1992	
	Dahms & Schmincke 1992	
	Klöser & Plötz 1992	
	WÄGELE 1994	
HELMKE & WEYLAND 1991		
SCHUMACHER et al. 1992		
HAGEN et al. 1993		

Tab. 1: Auswahl neuerer biologischer Arbeiten aus dem Weddellmeer

Tab. 1: Selection of recent biological publications from the Weddell Sea



Abb. 2: Das neue Labor E. Dallmann auf der argentinischen Antarktisstation Jubany (Foto: S. Kühne).

Fig. 2: The new laboratory „E. Dallmann“ at the Argentinian base „Jubany“ (Photo: S. Kühne).

hoher zeitlicher Auflösung und in enger Kopplung der verschiedenen Aktivitäten untersucht. Aufgrund seiner Lage weit im Norden der Antarktis und der räumlichen Nähe zu Südamerika ist zu erwarten, daß das Halbinselgebiet besonders empfindlich gegenüber Klimaveränderungen reagiert. Die Messung solcher Veränderungen und ihrer Auswirkungen auf die antarktische Fauna und Flora ist eines der Hauptziele des RASCALS-Programms. Dieser Aufsatz faßt die Ergebnisse verschiedener Pilotstudien in der Potter Cove zusammen und zeigt auf, in welche Richtung die künftige Forschung gehen soll.

TOPOGRAPHIE, BODENBESCHAFFENHEIT UND EIS

Die Potter Cove gliedert sich in einen inneren und einen äußeren Teil, die durch eine Schwelle von etwa 30 m Tiefe getrennt sind (Abb. 3). Der innere Teil ist etwa 50 m tief und nimmt eine Fläche von etwa 3 km² ein. Im Norden und Osten wird die Bucht durch bis zu 50 m hohe Gletscherkliffs begrenzt (Abb. 3). Der Gletscher ist stark zerklüftet und produziert deshalb nur Eisschutt. Das Südufer ist ein Strand aus Grobsand. Unter Wasser liegt vor dem Gletscher Moränenschutt, während der Rest der inneren Bucht von feinem Schlamm bedeckt ist. Die Abhänge der Südküste sind bis in etwa 25 m Tiefe von Furchen und Rillen durchzogen, weil das vom Gletscher abgebrochene Eis in der Regel dort strandet.

Im äußeren Cove besteht die Küste überwiegend aus vulkanischem Gestein (FOURCADE 1960), das vorspringende Riffe und Felsrippen mit dazwischenliegenden, geschützten Nischen bildet (Abb. 4). Dem Südufer und der anschließenden offenen Küste ist eine flache Plattform mit zahlreichen Felsinselchen und Untiefen vorgelagert. Zwischen den Felsvorsprüngen lagern Geröll, das zu steinpflasterähnlichen Strukturen angeordnet ist, und ausgedehnte Grobsandflächen. Auf der Plattform stranden immer wieder Eisberge und Eisbergbruchstücke. An der nördlichen Küste, der Barton Peninsula, fällt der Grund steil auf über 100 m Tiefe ab. Er besteht dort meist aus grobem Blockschutt, der mit zunehmender Tiefe in immer feineres Geröll übergeht. An diesem Teil der Küste werden Eisbrocken von weniger als

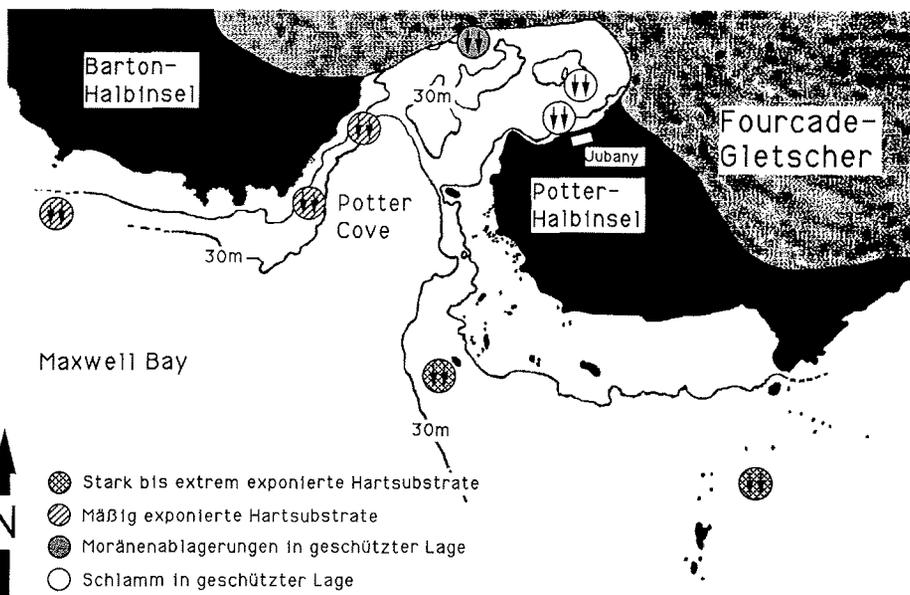
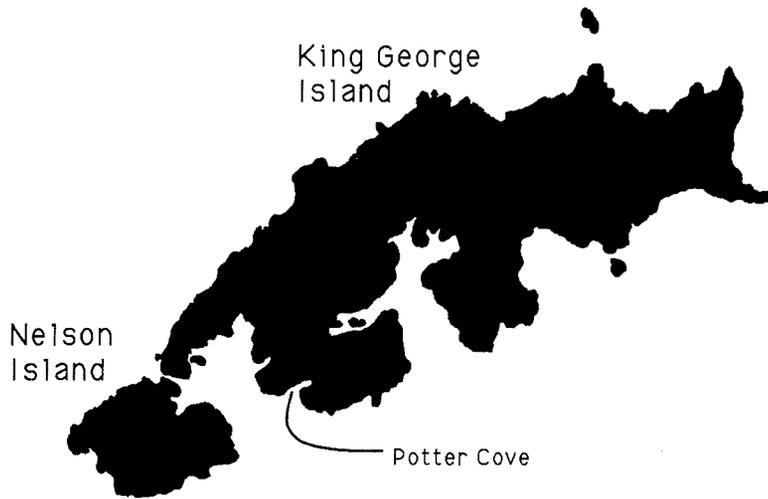


Fig. 3: The Potter Cove and its vicinity. The position of the base „Jubany“ is indicated. Diving positions are classified according to information given in the text.

Abb. 3: Die Potter Cove und ihre Umgebung. Eingezeichnet ist die Lage der Station Jubany sowie die Klassifizierung der Tauchstellen nach Zonen entsprechend den Angaben im Text.

WETTERBEDINGUNGEN

Der Wind über der Potter Cove wird durch die Topographie der Bucht bestimmt und kommt normalerweise aus westlicher bis nordwestlicher, oder aber aus östlicher Richtung (Abb. 5). Während der Sommermonate 1992/1993 lag der Median der Windgeschwindigkeit bei 10 m/s. Die höchsten Windgeschwindigkeiten mit bis zu 21 m/s wurden bei nördlichen bis nordwestlichen Winden erreicht. Die seltenen Nordwinde brachten auch die höchsten Lufttemperaturen mit $+7,2^{\circ}\text{C}$ im Sommer 1991/1992 und $+16,1^{\circ}\text{C}$ im Sommer 1992/1993. Ostwinde können auch mitten im Sommer zu Kälteeinbrüchen führen mit Temperaturen bis $-3,8^{\circ}\text{C}$. Die mittleren Lufttemperaturen des Sommers 1991/1992 lagen bei $+0,21^{\circ}\text{C}$ im Dezember und bei $+2,53^{\circ}\text{C}$ im Januar (KLÖSER et al. 1994b). Im Spätwinter und Frühjahr wird es besonders stürmisch: Zwischen Ende September und Mitte Oktober 1991 lag die mittlere Windgeschwindigkeit bei 16,4 m/s mit Spitzenwerten bis zu 41 m/s (SCHLOSS et al. 1994).

Der Himmel ist überwiegend bedeckt mit im Mittel 6,8 Oktas Wolkenbedeckung (1 Okta ist ein Achtel des sichtbaren Him-

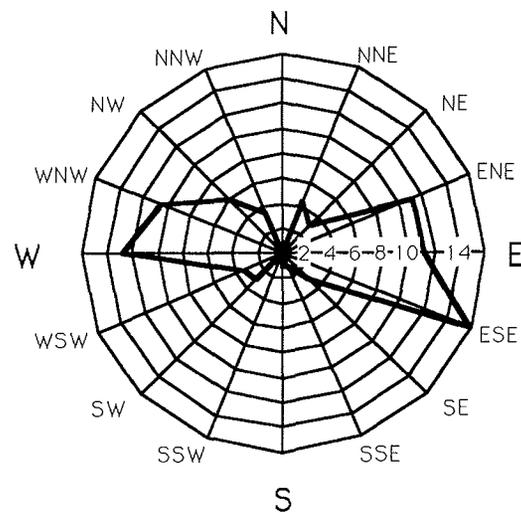


Abb. 5: Darstellung des Windfelds über der inneren Potter Cove mit deutlich erkennbaren vorherrschenden Windrichtungen.

Fig. 5: Wind field over the inner Potter Cove. Prevailing wind directions are evident.



Abb. 4: Das Untersuchungsgebiet aus der Vogelperspektive. a) An der Barton-Halbinsel sind deutlich die vorspringenden Felsrippen und die dazwischen liegenden, geschützten Nischen zu erkennen. b) Die offene Küste der Potter-Halbinsel ist dagegen stärker den Einflüssen von Eis und Seegang ausgesetzt (im Hintergrund die innere Potter Cove und die Barton-Halbinsel).

Fig. 4: The investigation area in bird's-eye view: a) At the Barton Peninsula protruding rocky promontories and sheltered pockets between them are clearly visible. b) On contrary, the open coast of the Potter Peninsula is subject to intensive influence of drifting ice and turbulence (the inner Potter Cove and Barton Peninsula are visible in the back).

mels). Weniger als 6 Oktas wurden lediglich in 13 von 156 Registrierungen zwischen dem 1. Dezember 1991 und dem 16. Februar 1992 notiert. Die Wolken, meist Altostratus oder Stratus, sind jedoch manchmal durchscheinend, so daß die Einstrahlung der Sonne sehr stark schwankt (KLÖSER et al. 1993).

SÜSSWASSEREINFLUSS

In die Potter Cove entwässern vier Bäche. Einer von diesen entspringt einer Quelle auf der Barton-Halbinsel und führt klares Wasser. Die anderen drei münden an der Südküste in die Bucht. Der dem Buchtausgang nächstgelegene Bach wird von Sickerwasser aus Blockschutthalden eines isoliert stehenden Berges, Tres Hermanos, gespeist und ist von seiner Wasserführung her unbedeutend. Die übrigen beiden haben jedoch einen größeren Einfluß auf Hydrographie und Ökologie der Bucht und wurden daher eingehender bearbeitet.

Der von seiner Wasserführung her größte Bach (Arroyo Potter) hat einen Lauf von nur wenigen hundert Metern. Er beginnt an einem Gletschertor und mündet am Rand des Gletschers in die Bucht, wo er ein kleines Delta bildet. Der andere Bach von größerer Bedeutung ist Arroyo Matías. Dieser Bach gabelt sich schon in seinem Unterlauf auf. Ein Arm wird aus einem nahe der Station gelegenen System kleiner Quellseen gespeist, während der andere Arm aus dem Hochland der Potter-Halbinsel kommt, wo es große Schmelzwasserseen gibt (DRAGO 1983a, b).

Im Sommer 1992/1993 begannen beide Bäche Mitte November zu fließen. Zunächst erhielten sie ihr Wasser von den schmelzenden Schneebänken, später bildeten für den Arroyo Potter der Abfluß vom Gletscher und für den Arroyo Matías ein Hochlandsee, der im Dezember auftaute, die wesentliche Wasserzufuhr (VARELA 1994). Der Arroyo Potter führte große Mengen Sediment mit (SPOLSKI & VENTURA 1994), die auf im Gletschereis

eingeschlossene vulkanische Ablagerungen zurückgehen (GRIF-FITH & ANDERSON 1989). Organisches Material war kaum vorhanden. Dagegen war die Gesamtmenge mitgeführter Partikel im Wasser des Arroyo Matías geringer und enthielt größere Anteile organischen Materials, das sich im wesentlichen aus Cyanobakterien, Diatomeen und Chrysophyceen, in geringerem Maße auch aus Grünalgen zusammensetzte (SPOLSKI & VENTURA 1994).

HYDROGRAPHIE

Im Frühsommer ist die Wassersäule weitgehend homogen, später (im Südsommer 1991/1992 ab Anfang Dezember und stärker ab Anfang Januar) wird unter dem Einfluß großer Schmelzwassermengen eine nur wenige Meter mächtige Oberflächendeckschicht ausgebildet. Diese Schichtung ist nicht so sehr mit der Schneeschmelze korreliert, als vielmehr mit dem später ein-

setzenden Auftauen der weiten, höher gelegenen Oberflächen des Gletschers.

Die Oberflächenströmungen der Potter Cove werden durch den Wind kontrolliert. Aufgrund der Topographie der Bucht verstärken die vorherrschenden Westwinde den Einstrom und behindern den Ausstrom. Dadurch kann sich die Schmelzwasserschicht im Buchtinneren aufstauen. Dies ist anhand der Färbung des Wassers zu erkennen, die durch suspendiertes Sediment verursacht wird. Zwei bis drei Tage nach Einsetzen der Winde beginnt das angestaute Schmelzwasser entlang dem Südufer abzufließen. Ostwinde, die den Ausstrom verstärken und den Einstrom behindern, unterbrechen jedoch häufig diesen Vorgang. In solchen Fällen wird die salzarme Oberflächenschicht aus der Bucht hinausgetrieben und durch kaltes Tiefenwasser ersetzt, so daß erneut eine homogene Wassersäule entstehen kann (Abb. 6, KLÖSER et al. 1994b, ROESE et al. 1994).

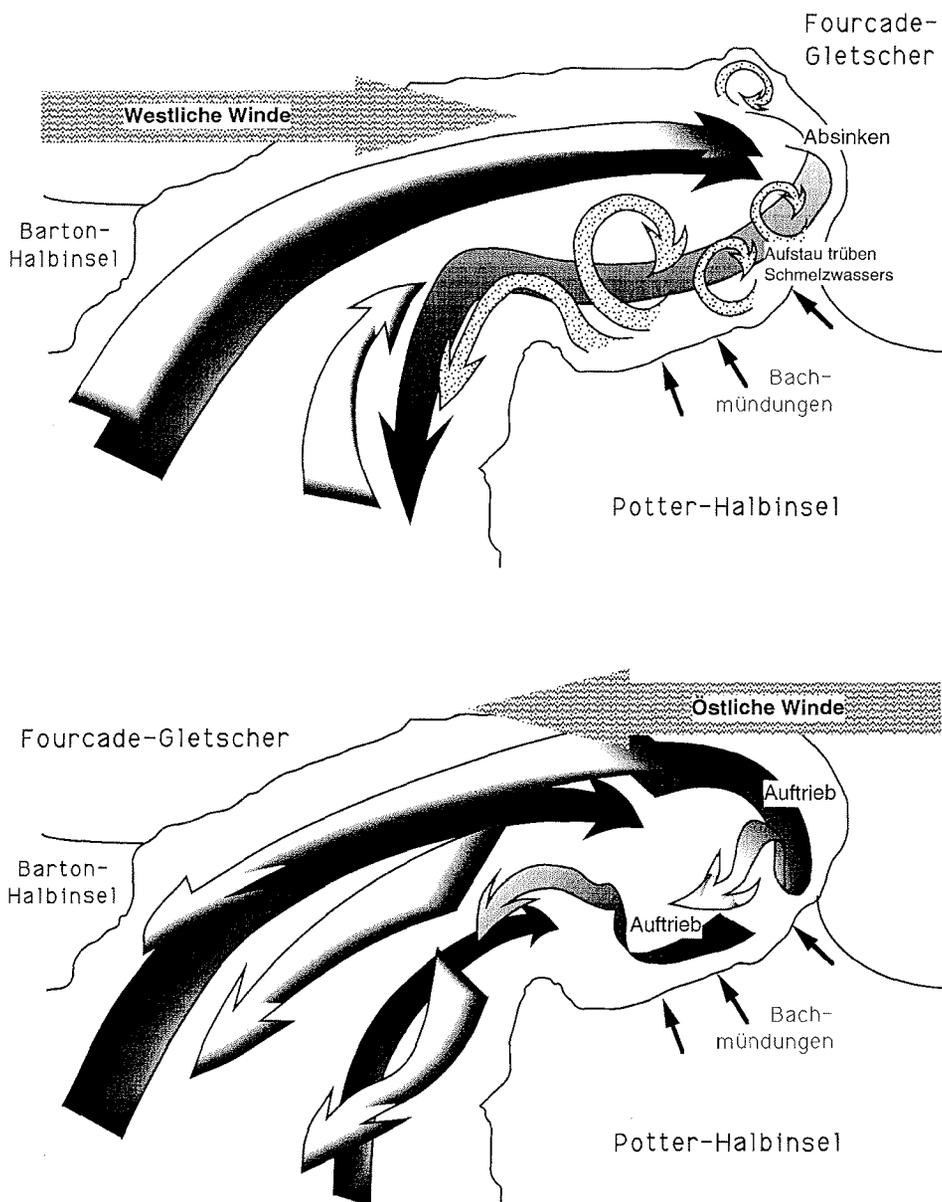


Abb. 6: Vorherrschende Winde und daraus resultierende Strömungen in der inneren Potter Cove; dunkle Pfeile = Strömungen am Grund, helle Pfeile = Oberflächenströmungen, gepunktete Pfeile = Schmelzwasserschichten. a) Westwinde führen zu einer Verstärkung des Einstroms von Oberflächenwasser, das am Kopfende der Bucht absinkt und am Grund entlang dem Südufer die Bucht wieder verläßt. Es kommt zu einem Aufstau des mit Sedimenten angereicherten Schmelzwassers aus den Bächen (vergl. Abb. 4) an der Oberfläche. b) Ostwinde treiben das Oberflächenwasser aus der Bucht, das dann durch aufsteigendes Tiefenwasser ersetzt wird. Beachtenswert ist, daß der Einstrom in der Tiefe entlang dem Nordufer in beiden Situationen erhalten bleibt. Zusammengestellt nach KLÖSER et al. 1994b und ROESE et al. (im Druck).

Fig. 6: Prevailing winds and resulting currents in the inner Potter Cove (dark arrows: bottom currents; light arrows: surface currents; dotted arrows: layers of meltwater): a) Westerly winds increase the inflow of surface water, which sinks to the bottom at the head of the cove and leave the cove along the southern shore. Meltwater with suspended sediments from the creeks will accumulate under these conditions in surface layers (compare Fig. 4). b) Easterly winds drive the surface water out of the cove and is replaced by upwelling deep water. It is noteworthy that the bottom inflow along the northern shore persists in both situations (combined from KLÖSER et al. 1994b and ROESE et al., in press).

Ab Ende Februar 1992 war die Wassersäule thermisch homogen. Der vom Schmelzwasser hervorgerufene Salzgehaltsgradient am Nordufer der Bucht war aber noch bis zum April, am Südufer sogar noch bis in den Mai hinein nachzuweisen. 1992 frohr die Bucht im Verlauf der zweiten Märzhälfte zu. Die Eisdecke hielt sich bis zum 16. September 1992, dann brach sie während heftigen Ostwinds auf und wurde innerhalb von 24 Stunden aus der Bucht hinausgetrieben. Unter der Eisdecke blieb die Wassersäule homogen; die Temperatur nahm im Verlauf des Winters gleichmäßig bis auf einen Niedrigstwert von $-1,8^{\circ}\text{C}$ ab (SCHLOSS et al. 1994). Während des Winters 1993 bildete sich hingegen keine permanente Eisdecke aus.

SEDIMENTEINTRAG

Während der Sommermonate färbten sich immer wieder weite Bereiche der Bucht durch suspendiertes Sediment intensiv rotbraun. Die Herkunft dieser Sedimente war unterschiedlich. Der wichtigste und zeitlich anhaltendste Eintrag erfolgte durch die Bäche, insbesondere den Arroyo Potter. Dieser Eintrag wurde erst im späteren Sommer (ab Anfang Januar 1992, Mitte Dezember 1992, Ende November 1993) beobachtet und führte zu einer trüben Oberflächenschicht mit geringem Salzgehalt, während das Wasser in nur wenigen Metern Tiefe klar war. Bei geringer Stabilität der Wassersäule wurde häufig auch Resuspension benthischer Materials beobachtet, die sich insbesondere an der Präsenz benthischer Diatomeen in der Wassersäule und schlagartig angestiegenen Chlorophyll-Gehalten nachweisen ließ. Nur vereinzelt wurde sedimenthaltiges Schmelzwasser durch untermeerische Gletschertore eingetragen (KLÖSER et al. 1994b).

LICHTBEDINGUNGEN IN DER WASSERSÄULE

Zu Beginn des Sommers (November) kommt in einer Tiefe von etwa 40 m noch 0,2 % des an der Wasseroberfläche verfügbaren Lichts an. 40 m entsprechen ungefähr der im Untersuchungsgebiet festgestellten Tiefengrenze von *Himantothallus grandifolius*, die mit $1,6 \mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ den niedrigsten Kompensationspunkt aller bisher untersuchten antarktischen Tange besitzt (WIENCKE et al. 1993). Unter den vorherrschenden Wetterbedingungen wird dieser Kompensationspunkt bei 0,2 % des Oberflächenlichts erreicht (KLÖSER et al. 1993). Die Tiefengrenze dieser Alge und der gemessene Lichtbedarf stimmen somit gut mit den gemessenen Lichtmengen überein. Wegen der im Sommer einsetzenden Beschattung durch suspendiertes Sediment nimmt die Eindringtiefe des Lichts später drastisch ab. Im äußeren Teil der Bucht liegt das 0,2 %-Niveau dann bei etwa 20 m, im inneren Teil bei nur 5 m. Zu diesem Zeitpunkt ist die Wachstumsphase vieler Großalgen jedoch in der Regel bereits abgeschlossen (WIENCKE 1990a, b).

PHYTOPLANKTON

Die Entwicklung größerer Phytoplankton-Konzentrationen wird

in der Potter Cove dadurch behindert, daß die Ausbildung einer stabilen Deckschicht von dem beschriebenen starken Sedimenteintrag begleitet wird, so daß die Wassersäule schon in äußerst geringer Tiefe weitgehend lichtfrei ist. Darüberhinaus wird die Deckschicht leicht durch Wind destabilisiert. So wurde eine beginnende Diatomeen-Blüte (*Corethron criophilum*, *Eucampia antarctica*, *Odontella weissflogii*, *Thalassiosira antarctica*: $4 \mu\text{g}/\text{l}$ Chlorophyll-a) im November 1991 durch einen Sturm beendet, der die Schichtung der Wassersäule auflöste (SCHLOSS et al. 1993). Im Sommer 1992/1993 entwickelte sich überhaupt keine Phytoplankton-Blüte, sondern es herrschten während des gesamten Sommers kleine Flagellaten vor, die eine maximale Chlorophyll-Konzentration von $1,5 \mu\text{l}$ erreichten (SCHLOSS et al. 1994).

Wenn die Wassersäule ungeschichtet ist, d.h. im Winter (SCHLOSS et al. 1994) oder nach schweren Stürmen (KLÖSER et al. 1994b), enthält sie oft hohe Anteile von benthischen, resuspendierten Diatomeenarten.

BENTHISCHE GEMEINSCHAFTEN

Im Sublitoral des Untersuchungsgebiets lassen sich vier Zonen unterscheiden, nämlich (a) Hartsubstrate (Felsen, Geröll, Steinblöcke, Schotter und Kies) an offenen, ungeschützten Küsten der Potter-Halbinsel, die heftiger Brandung und bis in größere Tiefen strandendem Eis ausgesetzt sind, (b) Hartsubstrate in geschützterer Lage im äußeren Bereiche der Potter Cove, besonders an der Küste der Barton Peninsula, (c) unsortierter Moränenschutt vor den Gletscherkliffs im Norden der inneren Potter Cove, (d) Weichböden im zentralen und südlichen Teil der inneren Potter Cove (KLÖSER et al. 1994a).

Der Gezeitenraum wird, wie auch das obere Sublitoral, im Winter von Eisschollen abgescheuert. Auch im Sommer sind die hier wachsenden Algen größerem Stress ausgesetzt. So kann in kleineren Gezeitentümpeln je nach Wetterlage der Salzgehalt zwischen 27 und 41 PSU (UNESCO 1981) schwanken und die Temperatur bis auf 14°C ansteigen. In solchen Tümpeln finden sich nur Diatomeen der Gattung *Melosira*. Größere Tümpel bieten beständigere Bedingungen. Sie stehen unter dem Einfluß von aussickerndem Schmelz- und Grundwasser und haben daher gegenüber dem offenen Meer meist herabgesetzte Salzgehalte; außerdem sind die Temperaturen in der Regel erhöht. Die Temperaturdifferenz bleibt auch an Tagen mit kaltem Wetter und bedecktem Himmel erhalten und läßt sich sogar im Uferbereich, der im freien Austausch mit dem Meerwasser steht, nachweisen (KLÖSER 1994). Dort besteht die Vegetation größtenteils aus hartverkrusteten Kalkalgen, dazu kommen annuelle Arten wie *Monostroma harriotii* und *Palmaria decipiens*. Längeres Trockenfallen ertragen nur *Porphyra endiviifolium*, die an der Grenze zum Supralitoral wächst, und *Adenocystis utricularis*, die im unteren Litoral und im Sublitoral bis etwa 10 m Tiefe vorkommt. *Iridaea cordata*, *Phaeurus antarcticus*, *Curdiaea racovitzae*, *Gymnogongrus antarcticus* sind sublitorale Arten, die so knapp an die Niedrigwasserlinie herangehen, daß ihre Triebe oft aus dem Wasser herausragen und bei sommerlichen Frosteinbrüchen abfrieren.

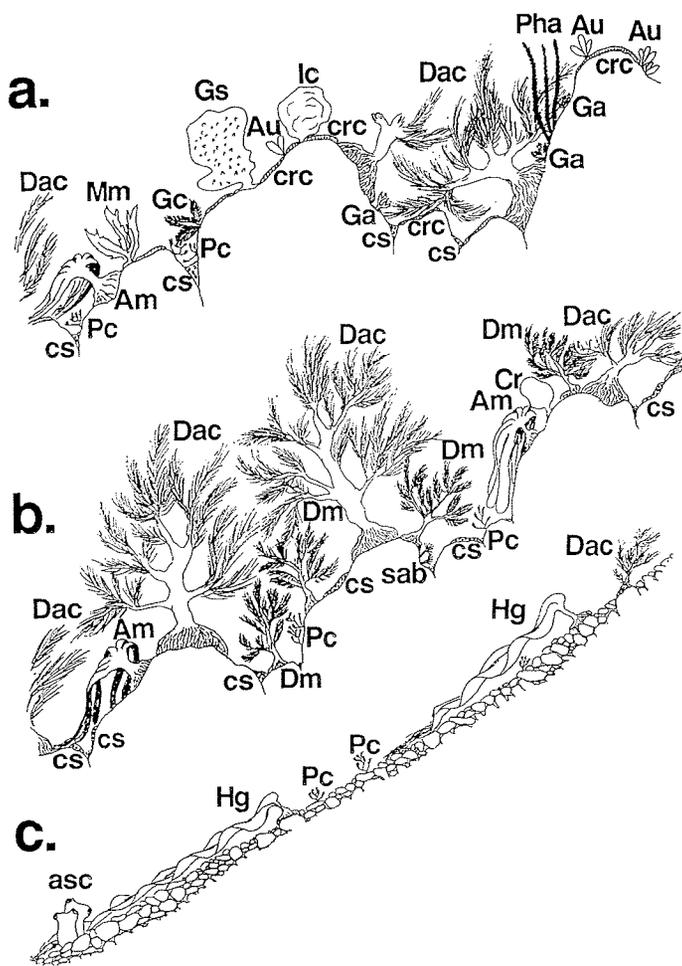


Abb. 7: Zonierung des Sublittorals an mäßig exponierten Stellen: a) oberhalb von 10 m, b) 10-25 m, c) tiefer als 25 m (aus KLÖSER et al. 1994a). Dominierende Braunalgen: Am = *Ascoseira mirabilis*, Dac = *Desmarestia anceps*, Dm = *Desmarestia menziesii*, Hg = *Himantothallus grandifolius*, Annuelle und pseudoannuelle Braunalgen des vorwiegend flachen Wassers: Au = *Adenocystis utricularis*, Dat = *Desmarestia antarctica*, Pha = *Phaeurus antarcticus*. Lappige und großblättrige Rotalgen: Cr = *Curdia racovitzae*, Pd = *Palmaria decipiens*, Gs = *Gigartina skottsbergii*, Hy = *Hymenocladopsis crustigena*, Ic = *Iridaea cordata*, Mm = *Myriogramme mangini*. Buschig verzweigte und zum Teil kleinblättrige Rotalgen: Bc = *Ballia callitricha*, Ds = *Delesseria salicifolia*, Ga = *Gymnogongrus antarcticus*, Gc = *Georgiella confluens*, Pap = *Pantoneura plocamioides*, Pc = *Plocamium cartilagineum*, Pip = *Picconiella plumosa*. Kalkkrusten-Rotalgen: crc. Epibenthische Tiere: asc = Seescheiden (wichtigste Gattungen: *Molgula*, *Eumyota*, *Cnemidocarpa*), cs = Krustenschwamm, fs = Fisch unter leerer Muschelschale, pen = Seefeder, sab = sabellider Polychät. Endobenthische Tiere: Le = *Laternula elliptica* (Muschel), thp = therebellider Polychät.

Fig. 7: Zonation of the sublittoral in moderately exposed situations: a) above 10m, b) 10-25m, c) deeper than 25m (from KLÖSER et al., 1994a): Dominant phaeophytes: Am = *Ascoseira mirabilis*, Dac = *Desmarestia anceps*, Dm = *Desmarestia menziesii*, Hg = *Himantothallus grandifolius*; annual and pseudoannual phaeophytes, mostly from shallow water: Au = *Adenocystis utricularis*; Dat = *Desmarestia antarctica*, Pha = *Phaeurus antarcticus*; frondose rhodophytes: Cr = *Curdia racovitzae*, Pd = *Palmaria decipiens*, Gs = *Gigartina skottsbergii*, Hy = *Hymenocladopsis crustigena*, Ic = *Iridaea cordata*, Mm = *Myriogramme mangini*; bushy rhodophytes, some with small leaflike structures: Bc = *Ballia callitricha*, Ds = *Delesseria salicifolia*, Ga = *Gymnogongrus antarcticus*, Gc = *Georgiella confluens*, Pap = *Pantoneura plocamioides*, Pc = *Plocamium cartilagineum*, Pip = *Picconiella plumosa*; crustose coralline algae: crc; epibenthic animals: asc = ascidian (most important genera: *Molgula*, *Eumyota*, *Cnemidocarpa*), cs = crustose sponge, fs = fish under empty bivalve shell, pen = pennatulid, sab = sabellid polychaet; endobenthic animals: Le = *Laternula elliptica* (clam), thp = therebellid polychaet.

Im Schutz von Felsspalten erscheinen die großen, buschigen Braunalgen *Desmarestia anceps* und *Desmarestia menziesii* schon an der Niedrigwasserlinie (Abb. 7). Bis in etwa 10 m Tiefe schließt sich mit abnehmendem Eiseinfluß die Vegetation, und *Desmarestia anceps* wird absolut vorherrschend. Vereinzelt reißt das Eis jedoch auch in diesen dichten Tangwald Löcher. Solche Lichtungen werden zunächst von flächigen (*Gigartina skottsbergii*) oder buschigen Rotalgen (*Plocamium cartilagineum* und *Georgiella confluens*) besiedelt, bevor sich der *Desmarestia*-Bestand erneut schließt. Offenbar benötigt *Desmarestia* gewachsenen Fels oder groben Blockschutt als Unterlage, da die buschigen Thalli dem Seegang viel Angriffsfläche bieten. Pflanzen, die sich auf kleinerem Geröll und Schutt ansiedeln, werden schließlich zu groß, um noch ausreichend verankert zu sein. Früher oder später wird die Alge mitsamt dem Stein, auf dem sie wächst, bei Sturm durch den Seegang mitgerissen.

Auf losem Schotter und Geröll findet man daher eine ganz andersartige Vegetation, die von dem bandförmigen Riesentang *Himantothallus grandifolius* gebildet wird (Abb. 7). Diese Alge, die über 10 m lang und einen Meter breit werden kann, ist schwerer als Wasser und liegt dem Grund flach auf. Sie benötigt deshalb nur ein kleines Rhizoid, das in einem beweglichen Substrat wie ein Treibanker wirkt. Die Schutthänge, die von *Himantothallus* besiedelt werden, beginnen vielfach erst in größeren Tiefen unterhalb der von *Desmarestia* bewachsenen Zone. Auflaufende Eisberge haben in dieser Zone oft Grundberührung. Der strandende Eisberg pflügt durch den losen Schutt und schiebt ihn zur Seite. *Himantothallus* wird ebenfalls zur Seite geschoben, so daß diese Alge in der Regel wenig Schaden nimmt (KLÖSER et al. 1994a).

Die *Himantothallus*-Bestände findet man auf entsprechenden Standorten auch an den Küstenabschnitten, die stärkerer Eiseinwirkung ausgesetzt sind, während *Desmarestia* in den Schatten schützender Felsspalte zurückgedrängt wird. An flacheren Uferabschnitten, besonders auf der ausgedehnten Plattform vor der Potter-Halbinsel, haben sich unter der Auflast der immer wieder strandenden Eisbrocken Steinpflaster gebildet. Ihre Oberflächen sind von Krustenkalkalgen überzogen, und in den Fugen gedeiht eine Fülle zwergwüchsiger, buschiger Rotalgen: *Ballia callitricha*, *Pantoneura plocamioides*, *Picconiella plumosa*, *Plocamium cartilagineum*, *Georgiella confluens*, *Myriogramme smithii* und *Delesseria serratodentata*. Diese Steinpflaster gehen häufig auch in ausgedehnte Sandflächen über, die in der Regel völlig kahl sind (Abb. 8).

Steile oder zerklüftete Felsen des oberen Sublittorals (bis etwa 10 m Tiefe) werden eher durch die Brandung als durch Eisschäden geprägt. Unter diesen Umständen kommen die Braunalgen *Desmarestia menziesii* und besonders *Ascoseira mirabilis*, die an weit vor der Küste isoliert stehenden Felsen Reinbestände bilden kann, zur Vorherrschaft. Die Bestände sind jedoch selten geschlossen, so daß eine Fülle von begleitenden Rotalgen eindringen kann, wie zum Beispiel *Neuroglossum mangini*, *Delesseria antarctica* und *Kallymenia antarctica*. Ausschließlich an den am stärksten exponierten Standorten wurden bisher

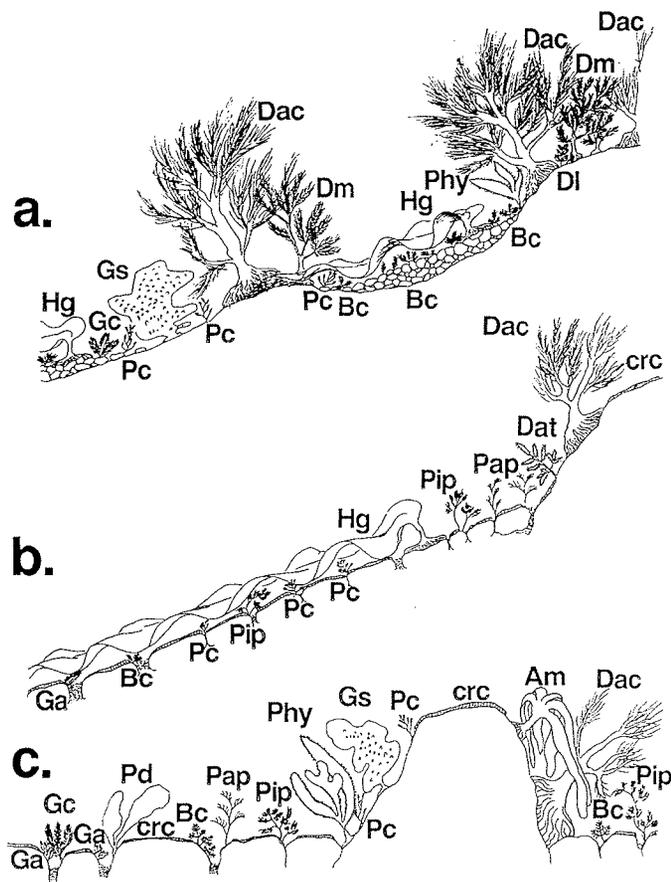


Abb. 8: Stellen zunehmender Eisexposition in 10-12 m Tiefe. a) Gelegentlicher Eiseinfluß, b) starker und c) extremer Eiseinfluß (aus KLÖSER et al. 1994a). Legende wie in Abb. 7.

Fig. 8: Situations of increasing ice impact in about 10 bis 12m Tiefe: a) occasional ice impact, b) strong and c) extreme ice impact (from Klöser et al., 1994a). Abbreviations as in Fig. 7.

Hymenocladopsis crustigena, *Phyllophora appendiculata* und *Antarcticothamnion polyspermum* gefunden.

Eine besondere Situation trifft man gelegentlich in engen Kanälen und Felsküsten mit vorherrschend ablandigen Winden an, wo eine kräftige, aber stetige Strömung mit wenig Turbulenz herrscht. Dort bildet sich eine geschlossene Decke aus *Desmarestia menziesii*, die lichter ist als die der alles verdrängenden *Desmarestia anceps*. Aus diesen Beständen ragt *Cystosphaera jacquinotii* auf, der einzige antarktische Tang, der Gasblasen besitzt und dadurch eine aufrechte Position im Wasser einnehmen kann.

Aufgrund der Vorherrschaft der Großalgen spielen sessile Tiere auf sublitoralen Hartsubstraten nur eine untergeordnete Rolle. Die Algen selbst können von Bryozoen, Borstenwürmern (*Spirorbis spec.*) oder Hydroiden überzogen sein, und vor allem nahe der Niedrigwasserlinie sind die Cauloide der Algen oft dicht mit der kleinen Muschel *Lissarca notorcadensis* bedeckt. Felsspalten und Überhänge werden von leuchtend gefärbten Schwämmen, Hydroidenkolonien und Bryozoen überkrustet.

Gelegentlich kommen wenige Zentimeter große Seegurken und Sabelliden hinzu. Reichhaltiger wird die Fauna erst in größerer Tiefe, beginnend in etwa 20 m Tiefe. Hier finden sich Brachio-poden, aufrechte Schwämme und algenähnlich aussehende, biegsame Bryozoenkolonien wie zum Beispiel *Nematoflustra flagellata*. Je seltener die Großalgen in der Tiefe werden, desto häufiger erscheinen Ascidien, Gorgonien und andere sessile Benthostiere des tieferen Wassers. Diese Gemeinschaft ist uns jedoch wenig bekannt, da sie erst an der Grenze der uns möglichen Tauchtiefe in 35-40 m gut ausgebildet ist.

Für vagile Tiere bietet der Tang ausgezeichnete Lebensbedingungen. Allgegenwärtig sind Amphipoden und kleine Schneckenarten. Dazu kommen Spritzwürmer (Sipunculiden), Borstenwürmer (Polychäten) und Asselspinnen (Pantopoden). Vor allem die *Desmarestia*-Wälder beherbergen zahlreiche Fische, die überwiegend den Arten *Notothenia neglecta* und *N. rossii* angehören. Den Felsuntergrund bevölkern Seesterne, Seeigel und Käferschnecken. In der kargen Vegetation des flachen Wassers und in der Gezeitenzone erreichen Napfschnecken und Plattwürmer (Turbellarien) hohe Bestandszahlen (bis zu 492 Tiere pro m² im Falle der Napfschnecke *Nacella concinna*: SILVA, 1994).

Die Verhältnisse auf den Weichböden, wo Großalgen keine Möglichkeit zum Anheften finden, sind vollkommen verschieden. Sie werden durch sessile Faunenelemente geprägt (Abb. 9). Offene Schlammflächen werden von dichten Diatomeenmatten und Infauna wie der Muschel *Laternula elliptica* sowie terebelliden Polychaeten besiedelt. Dazu kommen als fast einzige Vertreter der Epifauna Seefedern (Pennatuliden). In diese einformige Gemeinschaft, die sich auch in flacherem Wasser findet, sind ab 25 m Tiefe klumpenförmige Ansammlungen von Ascidien eingestreut, deren wichtigste Vertreter *Molgula pedunculata*, *Cnemidocarpa verrucosa* und *Corella eumyota* sind. Ab etwa 30 m Tiefe gesellen sich verschiedene Schwämme und die Synascidie *Distaplia cylindrica* hinzu. *Distaplia* fällt durch ihre weißen, wurstförmigen Kolonien auf, die bei etwa 5 cm Dicke über 4 m Länge erreichen und aufgrund ihres Auftriebs senkrecht im Wasser gehalten werden. Damit überragen sie den Rest dieser Epifauna-Gemeinschaft um ein Mehrfaches, da die Ascidien maximal etwa 50 cm und große Schwämme fast einen Meter erreichen. Die Ascidien- und Schwammaggregationen dienen weiteren sessilen Tieren wie Seerosen, Hydroiden, Bryozoen und Seegurken, die nicht unmittelbar auf dem Schlamm siedeln könnten, als Grundlage.

In Tiefen <25 m zerfurcht auflaufendes Eis den weichen Boden und hinterläßt gelegentlich über 5 m tiefe Pflugmarken. In diesen flacheren Bereichen fehlt die Epifauna fast ganz, nur in der Übergangszone sind mitunter „Friedhöfe“ aus plattgedrückten Ascidien zu beobachten. Dagegen erscheint die Gemeinschaft der offenen Schlammflächen in diesen stärker gestörten Bereichen wenig beeinträchtigt. *Laternula elliptica* erreicht gerade hier besonders große Bestandsdichten. Diese Muschel wird durch die Pflugwirkung des Eises oft freigelegt. Sie stirbt dann aber nicht ab, sondern kann sich anscheinend recht zügig wieder eingraben. Währenddessen ist sie jedoch dem Zugriff von

NAHRUNGSBEZIEHUNGEN

Eine Vielzahl antarktischer Tiere ernährt sich unter anderem von Algen (BONE 1972, BRAND 1976, DELACA & LIPPS 1976, BRAND 1980, BARRERA-ORO & CASAUX 1990, CASAUX et al. 1990). Manche Algen verfügen über wirksame Schutzmechanismen gegen Fraß. So wird die Rotalge *Palmaria decipiens*, die im oberen Sublitoral und im Eulitoral bestandsbildend sein kann, von den dort häufigen Schnecken *Laevilacunaria antarctica* und *Nacella concinna* nicht gefressen. Möglicherweise bietet die relativ dicke und zähe Oberfläche dieser Algen den Radulae der Schnecken, die viele andere Algenarten verzehren, keine Angriffspunkte. Einen chemischen Fraßschutz in Form von Polyphenolen enthalten *Ascoseira mirabilis* und *Himantothallus grandifolius* (IKEN 1994). *Himantothallus*, im Untersuchungsgebiet wohl die häufigste Alge überhaupt (QUARTINO 1994), ist die einzige, die überhaupt nicht als Nahrungsquelle genutzt wird (REICHARD & DIECKMANN 1985, IKEN 1994).

Eine Fülle anderer Algenarten dient verschiedenen Tieren als Nahrung. Die in geschützteren Bereichen dominanten *Desmarestia*-Arten werden in großen Mengen von dem Fisch *Notothenia neglecta* gefressen (IKEN 1994). Im Untersuchungsgebiet endet die von *Desmarestia* dominierte Zone weit oberhalb der durch Lichtmangel gesetzten Tiefengrenze (KLÖSER et al. 1994c). Möglicherweise ist das durch selektive Beweidung zu erklären.

Eine große Bedeutung als Nahrungsquelle haben auch die benthischen Diatomeenrasen, die in verschiedener Zusammensetzung fast alle vorhandenen benthischen Substrate, einschließlich Großalgen und Tiere, überziehen (KLÖSER 1993). Sie dienen zum Beispiel dem Amphipoden *Pontogeneia antarctica* als Nahrung, der näher untersucht wurde (FERNÁNDEZ-GIULIANO et al. 1994). Überraschend stellen benthische Diatomeen auch die überwiegende Masse des von Ascidien und Schwämmen gefilterten Materials. Dies beruht vielleicht einerseits darauf, daß aufgrund der ungünstigen hydrographischen Bedingungen in der Potter Cove die pelagische Produktion dürftig ist, andererseits die häufigen Stürme das im Benthos produzierte Material immer wieder in Suspension bringen und so den filtrierenden Organismen verfügbar machen.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das deutsch-argentinische RASCALS- Projekt hat mit seinem Ansatz, ein begrenztes Untersuchungsgebiet möglichst detailliert und umfassend zu analysieren, bereits eine Fülle von Daten geliefert, die manche Lehrbuchmeinung überdenken lassen. Die in der Literatur oft und übereinstimmend beschriebene Zonierung des antarktischen Sublitorals (zusammengefaßt in HEYWOOD & WHITAKER 1984, DAYTON 1990) spiegelt offenbar Verhältnisse wider, die sich nur an geschützteren Standorten finden, während exponiertere Standorte wie im Bereich der Potter Cove, mit andersartigen Gemeinschaften, wohl insgesamt für die Antarktis repräsentativer sind. Möglicherweise hat sich bei früheren Untersuchungen ein systematischer Fehler eingeschlichen,

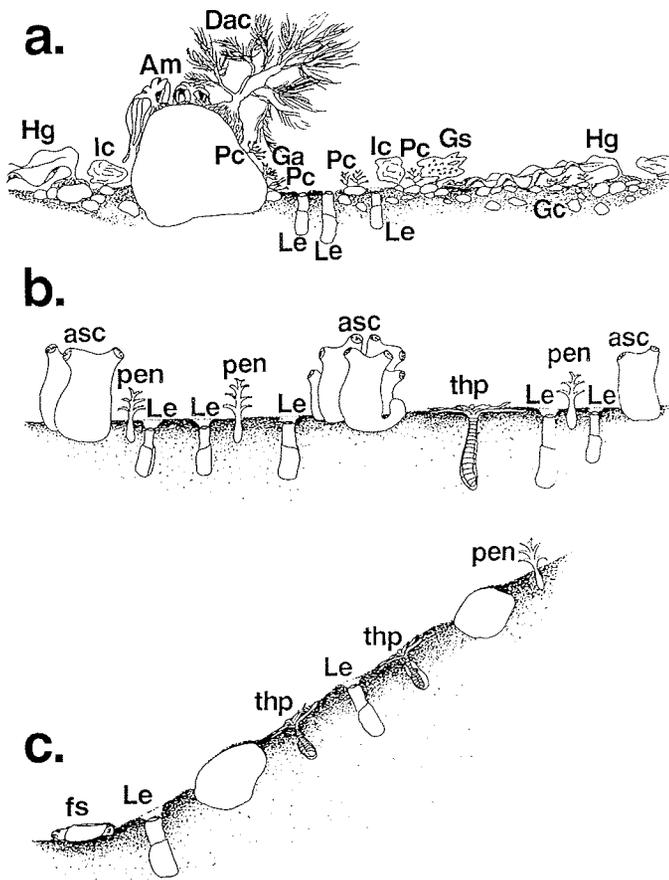


Abb. 9: Benthische Gemeinschaften in der inneren Potter Cove. a) Heterogene Gemeinschaft aus Großalgen und sessilen Tieren auf stark gemischten Moränenablagerungen am Fuß der Gletscherklippen am Nordufer in 3-6 m Tiefe, b) reiche Gemeinschaft aus benthischen Tieren auf Schlamm in über 25 m Tiefe im zentralen Teil der Bucht, c) Gemeinschaft unter stärkerem Eiseinfluß am Südufer in etwa 10 m Tiefe (aus KLÖSER et al. 1994a). Legende wie in Abb. 7.

Fig. 9: Benthic communities in the inner Potter Cove: a) Heterogeneous community of macroalgae and sessile animals on mixed moraine deposits in 3 to 6 m close to the glacier cliff at the northern shore, b) rich community of benthic animals on mud in a depth over 25 m in the central part of the cove, c) community at about 10 m at the southern shore, subject to more frequent ice impact (from KLÖSER et al., 1994a). Abbreviations as in Figure 7.

Räubern ausgesetzt, insbesondere dem Nemertinen *Parborlasia corrugatus*. Zeugen sind größere Mengen leerer Schalen, die man mitunter in den Bodenfurchen findet.

Neben *Parborlasia* leben andere vagile Tiere auf den freien Schlammflächen: vor allem der Schlangensterne *Ophiurus victoriae*, die antarktische Wellhornschnecke *Neobuccinum undulatum* und die Riesenasseln der Gattungen *Glyptonotus* und *Serolis*. Hin und wieder erscheinen auch Schuppenwürmer und Nacktschnecken wie z.B. *Austrodoris kerguelensis*. Auf den Ascidienklumpen sitzen Amphipoden, kleine Seesterne und Seeigel. Letztere driften möglicherweise mit abgerissenen Algen, von denen sich in Vertiefungen große, faulige Haufen ansammeln können, in die Bucht.

da generell auf Stationen gearbeitet wurde, die eine geschützte Lage anzubieten hatten.

Auch der bislang bestehende Widerspruch zwischen der Tiefenverteilung der Makroalgen und den gemessenen Eindringtiefen des Lichts konnte beseitigt werden. Angeblich in über 700 m Tiefe wachsende Algen (ZANEFELD 1966) mußten ins Reich der Fabel verwiesen werden, da sich durch einen Vergleich der gemessenen Lichtdaten mit den Kompensationspunkten der wichtigsten antarktischen Makroalgen eine auf vergleichbaren Breiten maximal mögliche Wuchstiefe von 155 m ermitteln ließ (KLÖSER et al. 1993). Die Beobachtungen über die Konkurrenzverhältnisse zwischen den großen antarktischen Brauntangen stimmen nicht mit der bisherigen Lehrmeinung überein, nach der *Desmarestia* eine eher oportunistische, an exponierte Bedingungen angepaßte Alge und *Himantothallus* potentiell dominant, aber durch die ungünstigen Umweltbedingungen zurückgedrängt sein soll. Auch die plausible Ansicht, daß die Nahrung benthischer Filtrierer überwiegend im Pelagial produziert wird, hat sich für das Untersuchungsgebiet als unzutreffend herausgestellt.

Bislang lagen die Schwerpunkte des RASCALS-Projekts auf der Erfassung der physikalischen Bedingungen, auf verschiedenen Aspekten der Ökologie von Algen und der Nahrungsbiologie von solchen Tieren, die Algen als Nahrung nutzen. In Zukunft wird die zoologische Komponente wesentlich stärkeres Gewicht erhalten. Zahlreiche populations- und reproduktionsbiologische Fragen sind zu klären, der Aufbau des Nahrungsnetzes muß vollständiger erfaßt werden, Ablauf und Geschwindigkeit der Rekrutierung einzelner Arten sowie von Wiederbesiedlungsprozessen und Sukzessionsvorgängen sind zu erforschen. Diese Detailuntersuchungen werden in das eingangs erwähnte Modell (Abb. 1) eingespeist, das die Dynamik der ufernahen Ökosysteme nachvollziehen soll. Aus den Modellrechnungen lassen sich schließlich Vorhersagen ableiten, die gerade für die Antarktis im Zusammenhang mit einer globalen Klimaveränderung von besonderer Bedeutung wären. Als altes Ökosystem mit einer eigenständigen, zumindest streckenweise isolierten Entwicklung und vergleichsweise konstanten Umweltverhältnissen ist das Südpolarmeer wahrscheinlich stark stör anfällig. Störungen - z.B. Schiffsunfälle, Verschmutzung, Verbauung - nehmen gegenwärtig mit steigender Stationszahl und aufblühendem Tourismus zu. Sollte sich die globale Erwärmung als Tatsache herausstellen, dann wird sich auch die Zahl der Einwanderer (vor allem bei den Algen und Wirbellosen) drastisch erhöhen.

Unter diesen Umständen bedarf es guter Grundlagendaten, um etwaige Veränderungen erfassen zu können. Notwendig sind auch Vergleichsdaten aus den Gebieten, die der Antarktis am nächsten liegen, v.a. aus Südamerika. Ein Vergleichsprojekt zur Analyse einer ähnlich wie die Potter Cove strukturierten Bucht in der magellanischen Region befindet sich in Vorbereitung.

Literatur

- Arnaud, P.M. (1974): Contribution à la bionomie marine benthique des régions Antarctiques et Subantarctiques.-Tethys 6: 465-653.
- Arntz, W. & Gorny, M. (1991): Shrimp (Decapoda, Natantia) occurrence and distribution in the eastern Weddell Sea, Antarctica.- Polar Biol. 11: 169-177.
- Arntz, W., Brey, T., Gerdes, D., Gorny, M., Gutt, J., Hain, S. & Klages, M. (1992): Patterns of life history and population dynamics of benthic invertebrates under the high Antarctic conditions of the Weddell Sea.- In: G. COLOMBO, I. FERRARI, V.U. CECCHERELLI & R. ROSSI (Hrsg.), Marine Eutrophication and Populations Dynamics, Proceedings 25th EMBS, Ferrara, Italy, 221-230, Olson & Oslon, Fredensborg.
- Arntz, W. & Gallardo, A. (1994): Antarctic Zoobenthos. Mar. Biol. Ann. Rev. 32: 241-304.- In: G. HEMPEL (Hrsg.), Antarctic Science, 243-277, Springer, Heidelberg.
- Barrera-Oro, E.R. & Casaux, R.J. (1990): Feeding selectivity in *Notothenia neglecta*, Nybelin, from Potter Cove, South Shetland Islands, Antarctica.- Antarct. Sci. 2(3): 207-213.
- Barry, J.P. (1988): Hydrographic patterns in McMurdo Sound, Antarctica, and their relationship to local benthic communities.- Polar Biol. 8 (5): 377-391.
- Barry, J.P. & Dayton, P.K. (1988): Current patterns in McMurdo Sound, Antarctica, and their relationship to local biotic communities.- Polar Biol. 8 (5): 367-376.
- Barthel, D. & Gutt, J. (1992): Sponge associations in the eastern Weddell Sea.- Antarctic Sci. 4: 137-150.
- Barthel, D., Gutt, J. & Tendal, O.S. (1991) New information on the biology of Antarctic deep-water sponges derived from underwater photography.- Mar. Ecol. Progr. Ser. 69: 303-307.
- Battershill, C.N. (1989): Distribution and abundance of benthic marine species at Cape Armitage, Ross Island, Antarctica - initial results.- N. Zeal. Ant. Rec. 9 (2): 35-52.
- Battershill, C.N. (1990): Temporal changes in Antarctic marine benthic community structure.- N. Zeal. Ant. Rec. 10 (2): 23-27.
- Bellisio, N.B., Lopez, R.B. & Tomo, A.P. (1972): Distribución vertical de la fauna bentónica en tres localidades Antárticas: Bahía Esperanza, Isla Petermann y Archipiélago Melchior.- Contr. Inst. Antárt. Argent. 142: 1-87.
- Berkman, P.A., Marks, D.S. & Shreve, G.P. (1986): Winter sediment resuspension in McMurdo Sound, Antarctica, and its ecological implications.- Polar Biol. 6: 1-3.
- Berry, R.J. & Rudge, P.J. (1973): Natural selection in Antarctic limpets.- Br. Antarct. Surv. Bull. 35: 73-81.
- Bianci, F., Boldrin, A., Cioce, F., Dieckmann, G., Kuosa, H., Larsson, A.M., Nöthig, E.M., Sehlstedt, P.I., Socal, G. & Syvertsen, E.E. (1992): Phytoplankton distribution in relation to sea ice, hydrography and nutrients in the northwestern Weddell Sea in early spring 1988 during EPOS.- Polar Biol. 12: 225-235.
- Bone, D.G. (1972): Aspects of the biology of the Antarctic amphipod *Bovallia gigantea* Pfeffer at Signy Island, South Orkney Islands.- Br. Antarct. Surv. Bull. 27: 105-122.
- Bornemann, H., Mohr, E. & Plötz, J. (1992): Monitoring the feeding behaviour of freshly diving Weddell seals (*Leptonychotes weddellii*).- J. Vet. Med. A 39: 228-235.
- Bosch, I., Beauchamp, K.A., Steele, M.E. & Pearse, J.S. (1987): Development, metamorphosis, and seasonal abundance of embryos and larvae of the Antarctic sea urchin *Sterechinus neumayeri*.- Biol. Bull. 173: 126-135.
- Brand, T.E. (1976): Trophic relationships of selected benthic marine invertebrates and foraminifera in Antarctica.- Antarct. J. U.S. 11 (1): 24-26.
- Brand, T.E. (1980): Trophic interactions and community ecology of the shallow marine benthos along the Antarctic Peninsula.- Ph.D. thesis. Univ. Davis, California.
- Brandt, A. (1991): Zur Besiedlungsgeschichte des antarktischen Schelfes am Beispiel der Isopoda (Crustacea: Malacostraca).- Ber. Polarforsch. 98: 240pp.
- Brandt, A. (1992a): *Nannoniscus bidens* Vanhöffen, 1914 from West Antarctica (Crustacea, Isopoda, Nannoniscidae).- Zool. Anz. 228: 140-148.
- Brandt, A. (1992b): Origin of Antarctic isopoda (Crustacea, Malacostraca).- Mar. Biol. 113: 415-423.

- Brandt, A. (1992c): The genus *Coperonus* Wilson, 1989 (Crustacea: Isopoda: Asellota: Munnopsidae).- Zoolog. J. Linnean Soc. 106: 63-95.
- Brandt, A. (1992d): A new deep-sea isopod from the Weddell Sea, Antarctica: *Coperonus pinguis* n. sp. (Crustacea, Isopoda, Munnopsidae).- Bijdr. Dierk. 62: 55-61.
- Brandt, A. (1992e): The occurrence of the asellote isopod genera *Haplomesus* (Ischnomesidae) and *Haploniscus* (Haploniscidae) in Antarctica, with two redescriptions and description of *Ischnomesus curtispinus* n. sp.- Mitt. Zool. Mus. Berlin 68: 183-207.
- Brey, T. & Hain, S. (1992): Growth, reproduction and production of *Lissarca notorcardensis* (Bivalvia: Philobryidae) in the Weddell Sea, Antarctica.- Mar. Ecol. Progr. Ser. 82: 219-226.
- Brey, T., Starmans, A., Magiera, U. & Hain, S. (1993): *Lissarca notorcardensis* (Bivalvia: Philobryidae) living on *Notocidaris* sp. (Echinoidea: Cidaridae): Population dynamics in limited space.- Polar Biol. 13: 89-95.
- Brey, T., Klages, M., Dahm, C., Gorny, M., Gutt, J., Hain, S., Stiller, M., Arntz, W.E., Wägele, J.W. & Zimmermann, A. (1994): Antarctic benthic diversity.- Nature 368: 297.
- Cadée, G.C., Gonzáles, H. & Schnack-Schiel, S.B. (1992): Krill diet affects string settling.- Polar Biol. 12: 75-80.
- Casaux, R.J., Mazotta, A. & Barrera-Oro, E.R. (1990): Seasonal aspects of the biology and diet of nearshore notothenioid fish at Potter Cove, South Shetland Islands, Antarctica.- Polar Biol. 11: 63-72.
- Castellanos, Z.J.A. (1973): Estratificación del complejo bentónico de invertebrados en Puerto Paraiso (Antártida).- Contr. Inst. Antárt. Argent. 164: 1-30.
- Castilla, J.C. & Rozbaczylo, N. (1985): Rocky intertidal assemblages and predation on the gastropod *Nacella (Patinigera) concinna* at Robert Island, South Shetland, Antarctica.- Ser. Scient. INACH 32: 65-73.
- Dahms, H.U. (1992a): Peltidiidae (Copepoda, Harpacticoida) from the Weddell Sea, Antarctica.- Zoologica Scripta 21: 181-195.
- Dahms, H.U. (1992b): Importance of zoosystematic research as demonstrated by the Antarctic meiofauna.- Verh. Dtsch. Zool. Ges. 85: 277-284.
- Dahms, H.U. & Pottek, M. (1992): *Metahuntemannia* Smirnow, 1946 and *Talpina* gen. nov. (Copepoda, Harpacticoida) from the deep-sea of the high Antarctic Weddell Sea with a description of eight new species.- Microfauna Marina 7: 7-78.
- Dahms, H.U. & Schmincke, H.K. (1992): Sea ice inhabiting Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) of the Weddell Sea (Antarctica).- Bull. Inst. Royal Sci. Natur. Belgique, Biol. 62: 91-123.
- Dayton, P.K. (1989): Interdecadal variation in an Antarctic sponge and its predators from oceanographic climate shifts.- Science 245 (4925): 1484-1486.
- Dayton, P.K. (1990): Polar Benthos.-In: W. SMITH (Hrsg.), Polar Oceanography, Vol. B, Chemistry, Biology and Geology, 631-685, Academic Press, London.
- Dayton, P.K. & Oliver, J.S. (1977): Antarctic soft-bottom benthos in oligotrophic and eutrophic environments.- Science 197: 55-58.
- Dayton, P.K., Robilliand, G.A. & Paine, R.T. (1970): Benthic faunal zonation as a result of anchor ice in McMurdo Sound, Antarctica.- In: M.W. HOLDGATE (Hrsg.), Antarctic Ecology, Bd. 1, 244-258, Academic Press, London: .
- Dayton, P.K., Robilliand, G.A., Paine, R.T. & Dayton, L.B. (1974): Biological accommodation in the benthic community at McMurdo Sound, Antarctica.- Ecol. Monogr. 44 (1): 105-128.
- Dayton, P.K., Watson, D., Palmisano, A., Barry, J.P., Oliver, J.S. & Rivera, D. (1986): Distribution patterns of benthic microalgal standing stock at McMurdo Sound, Antarctica.- Polar Biol. 6 (4): 207-213.
- DeLaca, T.E. (1986): The morphology and ecology of *Astrammia rara*.- J. Foraminifer Res. 16: 216-223.
- DeLaca, T.E. & Lipps, J.H. (1976): Shallow-water marine associations, Antarctic Peninsula.- Antarct. J. U.S. 11 (1): 12-20.
- Dhargalkar, V.K., Burton, H.R. & Kirkwood, J.M. (1988): Animal associations with the dominant species of shallow water macrophytes along the coastline of the Vestfold Hills, Antarctica.- Hydrobiologia 165: 141-150.
- Dieckmann, G., Reichardt, W. & Zielinski, Z. (1985): Growth and production of the seaweed, *Himantothallus grandifolius*, at King George Island.-In: W.R. SIEGFRIED, P.R. CONDY & R.M. LAWS (Hrsg.), Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs, 104-108, Springer, Heidelberg.
- Dieckmann, G.S., Spindler, M., Lange, M.A., Ackley, S.F. & Eicken, H. (1991): Antarctic sea ice: A habitat for the foraminifer *Neogloboquadrina pachyderma*.- J. Foramin. Res. 21: 182-189.
- Drago, E. (1983a): Estudios limnológicos en la Península Potter, Isla 25 de Mayo (Shetland del Sur): Morfología de ambientes lenfíticos.- Contr. Inst. Antárt. Argent. 265.
- Drago, E. (1983b): Estudios limnológicos en la Península Potter, Isla 25 de Mayo (Shetland del Sur): Características térmicas de los ambientes lenfíticos durante el verano 1977-1978.- Contr. Inst. Antárt. Argent. 266.
- Drew, E.A. (1977): The physiology of photosynthesis and respiration in some Antarctic marine algae.- Br. Antarct. Surv. Bull. 46: 59-76.
- Ekau, W. (1991): Reproduction in high Antarctic fishes (Notothenioidei).- Mee-resforsch. 33: 159-167.
- Ekau, W. & Gutt, J. (1991) Notothenioid fishes from the Weddell Sea and their habitat, observed by underwater photography and television.- Proc. NIPR Symp. on Polar Biol. 4: 36-49.
- Etcheverry, H. (1983): Algas bentónicas de la Antártica Chilena.- Ser. Scient. INACH 30: 97-124.
- Everitt, D.A., Poore, G.C.B. & Pickard, J. (1980): Marine benthos from Davis Station, Eastern Antarctica.- Aust. J. Mar. Freshwater Res. 31: 829-836.
- Fernández-Giuliano, S., Ferreyra, G., Giorgi, A., Schloss, I. & Curtosi, A. (1994): Estudios preliminares sobre estrategias de pastoreo dell anfípodo bentónico *Pontogeneia antarctica* (Chevreux, 1906). - In: Estructura y dinámica de un ecosistema costero Antártico, Contr. Inst. Antárt. Argent. 419: 60-65.
- Fourcade, N.H. (1960): Estudio geológico-petrográfico de Caleta Potter, Isla 25 de Mayo, Islas Shetland del Sur.- Contr. Inst. Antárt. Argent. 8: 1-120.
- Furmanczyk, K. & Zielinski, K. (1982): Distribution of macroalgae groupings in shallow waters of Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands, Antarctic), plotted with the help of air photographs analysis.- Pol. Polar. Res. 3 (1-2): 41-47.
- Gallardo, V.A. & Castillo, J.G. (1969): Quantitative benthic survey of the infauna of Chile Bay (Greenwich Island, South Shetland Islands).- Gayana 16: 1-18.
- Gallardo, V.A., Castillo, J.G., Retamal, M.A., Yáñez, A., Moyano, H.I. & Hermosilla, J.G. (1977): Quantitative studies on the soft-bottom macrobenthic animal communities of shallow Antarctic bays.-In: G.A. LLANO (Hrsg.), Adaptations within Antarctic ecosystems, 361-387, Gulf Publishing Company, Houston.
- Gilbert, N.S. (1991a): Primary production by benthic microalgae in nearshore marine sediments of Signy Islands, Antarctica.- Polar Biol. 11: 339-346.
- Gilbert, N.S. (1991b): Microphytobenthic seasonality in near-shore marine sediments at Signy Island, South Orkney Islands, Antarctica.-Est.- Coast. Shelf Science 33: 89-104.
- Gleitz, M. & Kirst, G.O. (1991): Photosynthesis-irradiance relationships and carbon metabolism of different ice algal assemblages collected from Weddell Sea pack ice during the austral spring (EPOS1).- Polar Biol. 11: 385-392.
- Gleitz, M. & Thomas, D. (1992): Physiological responses of a small Antarctic diatom (*Chaetoceros* sp.) to simulated environmental constraints associated with sea-ice formations.- Mar. Ecol. Progr. Ser. 88: 271-278.
- Gorny, M. (1991): Untersuchungen zum Nahrungsverhalten und zur Aktivität hochantarktischer Garnelen (Decapoda, Natantia).- Ber. Polarforsch. 100: 329-332.
- Gorny, M., Arntz, W., Clarke, A. & Gore, D.J. (1992): Reproductive biology of Caridean Decapods from the Weddell Sea, Antarctica.- Polar Biol. 12: 111-120.
- Griffith, T.W. & Anderson, J.B. 1989. Climatic control of sedimentation in bays and fjords of the northern Antarctic Peninsula.- Marine Geology 85, 181-204.
- Gruzov, E.N. (1977): Seasonal alterations in coastal communities in the Davis Sea.- In: G.A. LLANO (Hrsg.), Adaptations within Antarctic ecosystems, 263-278, Gulf Publishing Company, Houston.
- Gruzov, E.N. & Pushkin, A.F. (1970): Bottom communities of the upper sublittoral of Enderby Land and the South Shetland Islands.-In: M.W. HOLDGATE (Hrsg.), Antarctic Ecology, Bd. 1, 235-238, Academic Press, London.
- Gutkowski, R. & Maleszewski, S. (1989): Seasonal changes of the photosynthetic capacity of the Antarctic macroalga *Adenocystis utricularis* (Bory) Skottsberg.- Polar Biol. 10: 145-148.

- Gutt, J. (1991) On the distribution and ecology of holothurians in the Weddell Sea (Antarctica).- Polar Biol. 11: 145-155.
- Gutt, J. & Klages, M. (1991): In situ observations on the genus *Bathyploetes* (Holothuroidea, Echinodermata) in Antarctica and its relevance to taxonomy.- Zoologica Scripta 20: 301-306.
- Gutt, J. & Piepenburg, D. (1991): Dense aggregations of three deep-sea holothurians in the southern Weddell Sea, Antarctica.-Mar. Ecol. Progr. Ser. 68: 277-285.
- Gutt, J. & Siegel, V. (1994): Benthopelagic aggregations of krill (*Euphausia superba*) on the deeper shelf of the Weddell Sea (Antarctic).- Deep-Sea Res. 41 (1): 169-178.
- Gutt, J., Gorny, M. & Arntz, W. (1991): Spatial distribution of Antarctic shrimps (Crustacea: Decapoda) by underwater photography.- Antarct. Sci. 3: 363-369.
- Gutt, J., Gerdes, D. & Klages, M. (1992): Seasonality and spatial variability in the reproduction of two Antarctic holothurians (Echinodermata).- Polar Biol. 11: 533-544.
- Hagen, W., Kattner, G. & Graeve, M. (1993): *Calanoides acutus* and *Calanus propinquus*, Antarctic copepods with different lipid storage modes via wax esters or tricylglycerols.- Mar. Ecol. Progr. Ser. 97: 135-142.
- Hain, S. (1991): Biology of gastropods and bivalves from the eastern Weddell Sea, Antarctica.- Proc. Tenth Intern. Malacol. Congr. (Tübingen 1989): 335-337.
- Hardy, P. (1972): Biomass estimates for some shallow-water infaunal communities at Signy Island, South Orkney Islands.- Br. Antarct. Surv. Bull. 31: 93-106.
- Hastings, R.M. (1977): An investigation into the primary productivity of the Antarctic macro-alga *Phyllogigas grandifolius* (A. and E.S. Gepp) Skotts.- Ph.D. Thesis, University of St. Andrews.
- Hedgpeth, J.W. (1969): Preliminary observations of life between tidemarks at Palmer Station, 64° 45' S, 64° 05' W.- Antarct. J. U.S. 4 (4): 106-107.
- Helmke, E. & Weyland, H. (1991): Effect of temperature on extracellular enzymes occurring on permanently cold marine environments.- Kieler Meeresforsch., Sonderh. 8: 198-204.
- Herman, R.L. & Dahms, H.U. (1992): Meiofauna communities along a depth transect off Halley Bay (Weddell Sea - Antarctica).- Polar Biol. 12: 313-320.
- Heywood, R.B. & Whitaker, T.M. (1984): The Antarctic marine flora.- In: R.M. LAWS (Hrsg.), Antarctic Ecology, Bd. 2, 373-419, Academic Press, London.
- Iken, K. (1994): Relaciones tróficas entre macroalgas y animales herbívoros en un sistema de aguas someras (Caleta Potter, Isla 25 de Mayo/King George Island).- In: Estructura y dinámica de un ecosistema costero Antártico, Contr. Inst. Antárt. Argent. 419: 51-59.
- Jazdzewski, K., Jurasz, W., Kittel, W., Presler, S., Presler, P. & Sicinski, J. (1986): Abundance and biomass estimates of the benthic fauna in Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands.- Polar Biol. 6: 5-16.
- Jordan, R.W., Ligowski, R., Nöthig, E.M. & Priddle, J. (1991): The diatom genus *Proboscia* in Antarctic waters.- Diatom Res. 6: 63-78.
- Kauffman, T.A. (1974): Seasonality and disturbance in benthic communities, Arthur Harbor, Antarctic Peninsula.- Antarct. J. U.S. 9: 307-310.
- Kirkwood, J.M. & Burton H.R. (1988): Macrobenthic species assemblages in Ellis Fjord, Vestfold Hills, Antarctica.- Mar. Biol. 97 (3): 445-457.
- Kirkwood, J.M. & Burton H.R. (1988): Macrobenthic species assemblages in Ellis Fjord, Vestfold Hills, Antarctica.- Mar. Biol. 97 (3): 445-457.
- Kirst, G.O., Thiel, C., Wolff, H., Nothnagel, J., Wanzek, M. & Ulmke, R. (1991): Dimethylsulfoniopropionate (DMSP) in ice-aögae and its possible biological role.- Mar. Chem. 35: 381-388.
- Klages, M. & Gutt, J. (1990a): Observations on the feeding behaviour of the Antarctic gammarid *Eusirus perdentatus* Chevreux, 1912 (Crustacea; Amphipoda) in aquaria.- Polar Biol. 10: 359-364.
- Klages, M. & Gutt, J. (1990b): Comparative studies on the feeding behaviour of high Antarctic amphipods (Crustacea) in laboratory.- Polar Biol. 11: 79-83.
- Klöser, H. (1993): Benthic diatom communities at Potter Cove (King George Island).- In: A. LEVENTER (ed.), Proceedings of the Fourth Polar Diatom Colloquium, Department of Quaternary Research, Stockholm University, Stockholm, Sweden, August 24-28, 1992. BPRC Misc. Series M-322, Byrd Polar Research Center, Columbus.
- Klöser, H. (1994): Descripción básica de Caleta Potter y costas abiertas adyacentes.- In: Estructura y dinámica de un ecosistema costero Antártico, Contr. Inst. Antárt. Argent. 419: 5-16.
- Klöser, H. & Plötz, J. (1992): Morphological distinction between adult *Contracecum radiatum* and *Contracecum osculatum* (Nematoda, Anisakidae) from the Weddell seal (*Leptonychotes weddellii*).- Zoologica Scripta 21: 129-132.
- Klöser, H., Plötz, J., Palm, H., Bartsch, A. & Huboldt, G. (1992): Adjustment of anisakid nematode life cycles to the high Antarctic food web as shown by *Contracecum radiatum* and *C. osculatum* in the Weddell Sea.- Antarct. Sci. 4: 171-178.
- Klöser, H., Ferreyra, G., Schloss, I., Mercuri, M., Laturus, F. & Curtosi, A. (1993): Seasonal variation of algal growth conditions in sheltered Antarctic bays: the example of Potter Cove (King George Island, South Shetlands).- J. Mar. Syst. 4: 289-301.
- Klöser, H., Mercuri, G., Laturus, F., Quartino, M.L. & Wiencke, C. (1994a): On the competitive balance of macroalgae at Potter Cove (King George Island, South Shetlands).- Polar Biol. 14: 11-16.
- Klöser, H., Ferreyra, G., Schloss, I., Mercuri, M., Laturus, F. & Curtosi, A. (1994b): Hydrography of Potter Cove, a small fjord-like inlet on King George Island (South Shetlands).- Est. Coast. Shelf Science 38: 523-537.
- Krebs, W.N. (1983): Ecology of neritic marine diatoms, Arthur Harbor, Antarctica.- Micropaleontology 29 (3): 267-297.
- Kunzmann, A. & Zimmermann, C. (1992): *Aethotaxis mitopteryx*, a high Antarctic fish with benthopelagic mode of life.- Mar. Ecol. Progr. Ser. 88: 33-40.
- Lowry, J.K. (1975): Soft bottom macrobenthic community of Arthur Harbor, Antarctica.- Ant. Res. Ser. 23 (1): 1-19.
- Marin, V.H. & Schnack-Schiel, S.B. (1993): The occurrence of *Rhincalanus gigas*, *Calanoides acutus*, and *Calanus propinquus* (Copepoda: Calanoida) in late May in the area of the Antarctic Peninsula.- Polar Biol. 13: 35-40.
- McCain, J.C. & Stout, W.E. (1969): Benthic zonation on submarine cliffs in the vicinity of Arthur Harbor, Antarctica.- Antarct. J. U.S. 4 (4): 105-106.
- Miller, K.A. & Pearse, J.S. (1991): Ecological studies of seaweeds in McMurdo Sound, Antarctica.- Amer. Zool. 31: 35-48.
- Moe, R.L. & DeLaca, T.E. (1976): Occurrence of macroscopic algae along the Antarctic Peninsula.- Antarct. J. U.S. 11 (1): 20-24.
- Nakajima, Y., Watanabe, K. & Naito, Y. (1982): Diving observations of the marine benthos at Syowa Station, Antarctica.- Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue 23: 44-54.
- Neushul, M. (1965): Diving observations of sub-tidal Antarctic marine vegetation.- Botanica mar. 8 (2-4): 234-243.
- Nöthig, E.M., von Bodungen, B. & Sui, Q. (1991): Phyto- and protozooplankton biomass during austral summer in surface waters of the Weddell Sea and vicinity.- Polar Biol. 11: 293-304.
- Numanami, H., Kosaka, M., Naito, Y. & Hoshiai, T. (1985): Distribution of carnivorous benthic invertebrate in the northeastern part of Lützw-Holm-Bay, Antarctica.- Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue 26: 105-111.
- Palmisano, A.C., SooHoo, J.B., White, D.C., Smith, G.A., Stanton, G.R. & Burckle, L.H. (1985): Shade adapted benthic diatoms beneath Antarctic sea ice.- J. Phycol. 21: 664-667.
- Picken, G.B. & Allan, D. (1983): Unique spawning behaviour by the Antarctic limpet *Nacella (Patinigera) concinna* (Strebel, 1908).- J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 71: 283-287.
- Plötz, J., Weidel, H. & Bersch, M. (1991): Winter aggregations of marine mammals and birds in the north-eastern Weddell Sea pack ice.- Polar Biol. 11: 305-309.
- Price, J.H. & Redfeam, P. (1968): The marine ecology of Signy Island, South Orkney Islands.- In: Symposium on Antarctic oceanography, Santiago, 13-16 September 1966, Scott Polar Research Institute, Cambridge: 163-164.
- Propp, M.V. (1970): The study of bottom fauna at Haswell Island by scuba diving.- In: M.W. HOLDGATE (Hrsg.), Antarctic Ecology, Bd. 1, 239-241, Academic Press, London.
- Quartino, M.L. (1994): Algas marinas bentónicas de Caleta Potter.- In: Estructura y dinámica de un ecosistema costero Antártico. Contr. Inst. Antárt. Argent. 419: 42-46.
- Rakusa-Suszczewski, S. (1972): The biology of *Paramoera walkeri* Stebbing (Amphipoda) and the Antarctic sub-fast ice community.- Polskie Archiw. Hydrobiol. 19 (1): 11-36.

- Rakusa-Suszczewski, S. (1980): Environmental conditions and the functioning of Admiralty Bay (South Shetland Islands) as part of the near shore Antarctic ecosystem.- Pol. Polar Res. 1 (1): 11-27.
- Rauschert, M. (1984): Beobachtungen der marinen Fauna im Litoral und Benthos von King George (Südshetlandinseln, Antarktis).- Geodät. geophys. Veröff. Reihe I, 11: 38-55.
- Reichardt, W. & Dieckmann, G. (1985): Kinetics and trophic role of bacterial degradation of macro-algae in Antarctic coastal waters.- In: W.R. SIEGFRIED, P.R. CONDY & R.M. LAWS (Hrsg.), Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs, 115-122, Springer, Heidelberg.
- Richardson, M.G. (1979): The distribution of Antarctic marine macro-algae related to depth and substrate.- Br. Antarct. Surv. Bull. 49: 1-13.
- Riebesell, U., Schloss, I. & Smetacek, V. (1991): Aggregation of algae released from melting sea ice: Implications for seeding and sedimentation.- Polar Biol. 11: 239-248.
- Rivkin, R.B. & DeLaca, T.E. (1990): Trophic dynamics in antarctic benthic communities. I. In situ ingestion of microalgae by Foraminifera and metazoan meiofauna.- Mar. Ecol. Progr. Ser. 64: 129-136.
- Roose, M., Speroni, J., Drabble, M. & Pascucci, C. (im Druck): Medición de corrientes en Caleta Potter, Antártida. - Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Puerto Madryn.
- Schloss, I., Ferreyra, G., Klöser, H., Mercuri, G., Curtosi, A. & Latornis F. (1993): Phytoplankton development during Spring in Potter Cove (King George Island, Antarctica).- ASLO/SWS
- Schloss, I., Ferreyra, G., Pinola, E., Mercuri, G. & Curtosi, A. (1994): Variación de la biomasa fitoplanctónica y del material particulado en suspensión en relación a algunos parámetros ambientales en Caleta Potter.- In: Estructura y dinámica de un ecosistema costero Antártico, Contr. Instituto Antárt. Argent. 419: 17-30.
- Schumacher, U., Rauh, G., Plötz, J. & Welsch, U. (1992): Basic biochemical data on blood from Antarctic Weddell seals (*Leptonychotes weddellii*): Ions, lipids, enzymes, serum proteins and thyroid hormones.- Comp. Biochem. Physiol. 102A: 449-451.
- Silva, M.P. (1994): Ecología de la lapa *Nacella concinna* (Strebel, 1908) en Península Potter, Islas Shetland del Sur, Antártida.- In: Estructura y dinámica de un ecosistema costero Antártico, Contr. Inst. Antárt. Argent. 419: 47-50.
- Skottsberg, C. (1941): Communities of marine algae in subantarctic and antarctic waters.- Kongl. svensk. Vet. Akad. Handl., 3. Ser., 19 (4): 1-92.
- Spolski, B. & Ventura, A. (1994): Composición del material aportado por los chorillos - estudio preliminar.- In: Estructura y dinámica de un ecosistema costero Antártico, Contr. Inst. Antárt. Argent. 419: 36-41.
- Stockton, W.L. (1973): An intertidal assemblage at Palmer Station.- Antarct. J. U.S. 8 (6): 348-350.
- Stockton, W.L. (1984): The biology and ecology of the epifaunal scallop *Adamsium colbecki* on the west side of McMurdo Sound, Antarctica.- Mar. Biol. 78: 171-178.
- Thomas, D.N., Baumann, M.E.M. & Gleitz, M. (1992): Efficiency of carbon assimilation and photoacclimation in a small unicellular *Chaetoceros* species from the Weddell Sea (Antarctica): Influence of temperature and irradiance.- J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 157: 195-209.
- Thomas, D.P. & Jiang, J. (1986): Epiphytic diatoms of the inshore marine area near Davis Station.- Hydrobiologia 140: 193-198.
- Thurston, M.H. (1970): Growth in *Bovallia gigantea* Pfeffer (Crustacea, Amphipoda).- In: M.W. HOLDGATE (Hrsg.), Antarctic Ecology, Bd. 1, 269-278, Academic Press, London.
- Tucker, M.J. (1988): Temporal distribution and brooding behaviour of selected benthic species from the shallow marine waters off the Vestfold Hills, Antarctica.- Hydrobiologia 165: 151-159.
- Tucker, M.J. & Burton H.R. (1988): Inshore marine ecosystem off the Vestfold Hills, Antarctica.- Hydrobiologia 165: 129-139.
- UNESCO (1981): Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978.- UNESCO Tech. Pap. Mar. Sci. 37.
- Varela, L. (1994): Estudio sobre el escurrimiento fluvial de arroyos de deshielo. In: Estructura y dinámica de un ecosistema costero Antártico. - Contr. Inst. Antárt. Argent. 419: 31-35.
- Wägele, H. & Hain, S. (1991): Description of a new notaspidean genus and species (Opistobranchia: Notaspidea) from the Antarctic ocean.- J. Moll. Stud. 57: 229-242.
- Wägele, J.W. (1994): Notes on Antarctic and South American Serolidae (Crustacea, Isopoda) with remarks on the phylogenetic biogeography and a description of new genera.- Zool. Jb. Syst. 121: 3-69.
- Wägele, J.W. & Brito, T.A.S. (1990): Die sublitorale Fauna der maritimen Antarktis. Erste Unterwasserbeobachtungen in der Admiraltätsbucht.- Natur und Museum 120 (9): 269- 282.
- Walker, A.J.M. (1972): Introduction into the ecology of the Antarctic limpet *Patinigera polaris* (Hombron et Jacquinot) at Signy Island, South Orkney Islands.- Br. Antarct. Surv. Bull. 28: 49-69.
- Weissenberger, J. (1992): The environmental conditions in the brine channels of the Antarctic sea-ice.- Ber. Polarforsch. 111: 159pp.
- White, M.G. (1970): Aspects of the breeding biology of *Glyptonotus antarcticus* (Eights) (Crustacea, Isopoda) at Signy Island, South Orkney Islands.- In: M.W. HOLDGATE (Hrsg.), Antarctic Ecology, Bd. 1, 279-285, Academic Press, London.
- White, M.G. & Robins, M.W. (1982): Biomass estimates from Borge Bay, Signy Island, South Orkney Islands.- Br. Antarct. Surv. Bull. 31: 45-50.
- White, M.G. & Piatkowski, U. (1993): Abundance, horizontal and vertical distribution of fish in eastern Weddell Sea mikronekton.- Polar Biol. 13: 41-53.
- Wiencke, C. (1990a): Seasonality of brown macroalgae from Antarctica - a long-term culture study under fluctuating Antarctic day lengths.- Polar Biol. 10: 589-600.
- Wiencke, C. (1990b): Seasonality of red and green macroalgae from Antarctica determined in a long-term culture study under fluctuating Antarctic day lengths.- Polar Biol. 10: 601-607.
- Wiencke, C., Rahmel, J., Karsten, U., Weykam, G. & Kirst, G.O. (1993): Photosynthesis of marine macroalgae from Antarctica: Light and temperature requirements.- Botanica Acta 106: 78-87.
- Zamorano, J.H., Duarte, W.E. & Moreno, C.A. (1986): Predation upon *Laternula elliptica* (Bivalvia, Anatinidae): A field manipulation in South Bay, Antarctica.- Polar Bio. 6: 139-143.
- Zaneveld, J.S. (1966): Vertical zonation of Antarctic and Subantarctic benthic marine algae.- Antarct. J. U.S. 1: 211-213.
- Zielinski, K. (1981): Benthic macroalgae of Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands) and circulation of algal matter between the water and the shore.- Pol. Polar Res. 2 (3-4): 71-94.