

SONDERDRUCK
aus

1 | 2022

VBio

Verband | Biologie, Biowissenschaften
& Biomedizin in Deutschland



**WÜSTEN-
FORSCHUNG**
Pioniere in der
Atacama

**KULTUR-
GESCHICHTE**
Rauschpflanzen
der Antike

**ANTARKTIS-
FORSCHUNG**
Artenvielfalt
in der Tiefsee

BIOLOGIE

IN UNSERER ZEIT

Die Gifte der Hundertfüßer



Vom antarktischen Schelf bis in die Tiefsee

Große Artenvielfalt im Südpolarmeer

GRITTA VEIT-KÖHLER | DORTE JANUSSEN | ANGELIKA BRANDT



Mit dem Forschungseisbrecher POLARSTERN wird auch die Antarktische Tiefsee erkundet. Foto: Gritta Veit-Köhler.

Pinguine, Wale und Robben kommen uns als erste in den Sinn, wenn wir an die Tierwelt der Antarktis denken. Vielleicht kennen wir auch Aufnahmen von den vielfältigen Lebensgemeinschaften auf dem antarktischen Schelf. Aber wie sieht es in der Tiefsee aus? Auch dort geht es in der Antarktis spektakulär zu: Neben den typischen Schwämmen sind es gerade die kleineren und die winzigen Tiere, die erstaunlich hohe Artenzahlen hervorbringen. Dieser Artikel handelt von der Artenvielfalt am Meeresboden der Antarktis.

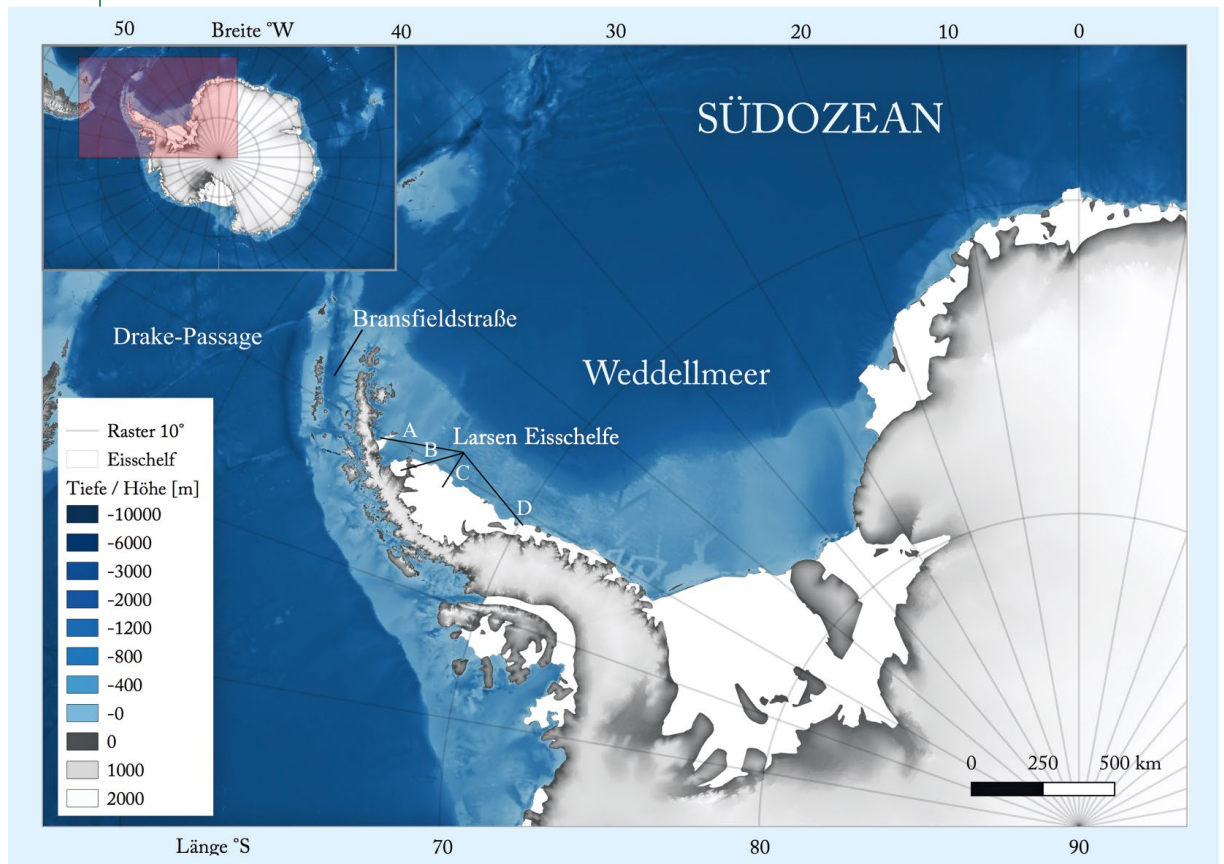
Unser blauer Planet ist zu fast drei Viertel von Meeren und Ozeanen bedeckt. Davon gehören 88 Prozent zur Tiefsee, die nach einer gängigen Definition unterhalb von 200 Metern beginnt. Vom Schelf geht es über die Kontinentalhänge in die Tiefe. Dort liegen zwi-

schen 4.000 und 6.000 Metern unter dem Meeresspiegel die größten Ökosysteme unserer Erde: die ▶ abysalen Ebenen. Auch die Antarktis ist von solchen Tiefseeebenen umgeben, die den größten Teil des Südpolarmeeres ausmachen (Abbildung 1). Aber weil der Kontinent durch die Masse seines gewaltigen Eispanzers tief in den Erdmantel gedrückt wird, liegen seine Kontinentalshelpe mit bis zu 800 Metern deutlich tiefer als die der anderen Kontinente (Abbildung 2).

Im Südozean sind jahreszeitliche Veränderungen und Wassertemperatur nicht miteinander gekoppelt. Das Meerwasser ist „isothermal“; es hat also das ganze Jahr über mehr oder weniger gleichförmige Temperaturen, die um 0 °C liegen. Zusätzlich ist die Nahrungsverfügbarkeit am Meeresboden in weiten Gebieten eher gering. Die lange dunkle Winterzeit und die Eisbedeckung sind dafür verantwortlich, dass vielerorts wenig oder nur zeitlich begrenzt Primärproduktion durch das Phytoplankton stattfindet. Dazu kommt trotz der hohen Nährstoffkonzentration im Südozean ein Mangel an Eisen, der das Wachstum des Phytoplanktons bremst [1]. Betrachten wir also die Primärproduktion und die ▶ Bathymetrie, dann beginnt in der Antarktis die Tiefsee in weiten Gebieten schon auf dem Schelf. Wir werden sehen, ob das in der Tierwelt auch so ist.

Dieser Beitrag gehört zu unserer Serie über Forschungsprojekte aus dem DFG-Schwerpunktprogramm 1158 „Antarktisforschung“.

ABB. 1 | WEDDELLMEER UND ANTARKTISCHE HALBINSEL



Die Antarktis ist vom Südozean umschlossen. Die kontinentalen Eismassen gehen fließend in Eisschelfe über, die sich weit hinaus auf die Randmeere erstrecken, wie hier im Weddellmeer (weiß dargestellt). Die Karte wurde mit dem Programm QGIS und Daten von GEBCO und www.natureearthdata.com erstellt. Karte: Leon Hoffman.

Beprobieren, bestimmen, beschreiben – Vielfalt auf dem Meeresboden

Ranzenkrebse, Glasschwämme, Ruderfußkrebse und Borsenwürmer sind nur einige der wirbellosen Tiergruppen des Südpolarmeeres, die das Herz von Taxonom/-innen höher schlagen lassen. In der Taxonomie bestimmen und

beschreiben wir Arten und ordnen sie in das zoologische System ein. Mit morphologischen, molekularen und biogeografischen Methoden erforschen wir, wie einzelne Gruppen oder Arten miteinander verwandt sind und aus welchen Vorfahren sie entstanden sein können. Taxonom/-innen arbeiten an Forschungsmuseen und Universitäten und haben zum Beispiel als Kurator/-innen die wichtige Aufgabe, die wertvollen naturhistorischen Sammlungen zu betreuen und an ihnen zu forschen. Gemeinsam mit Technischen Assistent/-innen und Studierenden werden Proben bearbeitet, faunistische Analysen erstellt und statistische Auswertungen gemacht. Jegliche Art von Biodiversitätsforschung und die meisten ökologischen Untersuchungen basieren auf der korrekten Bestimmung von Arten. Das ist nur möglich, wenn Taxonom/-innen neue Arten wissenschaftlich beschreiben, sie den Sammlungen zuführen und genetische Referenzbibliotheken ergänzen (Abbildung 3). Natürliche Veränderungen von Artengemeinschaften und Langzeitfolgen anthropogener Einflüsse können nur abgeschätzt werden, wenn die untersuchten Organismen wissenschaftlich korrekt bestimmt werden.

Die Diversität der Tiefseetiere des Weddellmeeres zu erforschen war das Ziel einer Serie von Expeditionen: Drei ANDEEP-(ANTarctic benthic DEEP-sea biodiversity – colonization history and recent community patterns) und zwei

IN KÜRZE

- Die **Biodiversität der antarktischen Tiefsee** ist sehr hoch und aus diesem Grund noch relativ wenig untersucht.
- Taxonom/-innen erforschen die Artenvielfalt und **beschreiben unbekannte Arten**.
- Für jede Tiergruppe, die im, auf oder kurz über dem Sediment lebt, gibt es an Bord von Forschungsschiffen **unterschiedliche Probenahmegeräte**.
- **Meio-, Makro- und Megafauna sind Größenklassen**, in denen verschiedene Tiergruppen zusammengefasst werden.
- In der Antarktis kommen typische Tiefseearten auch **auf dem Schelf vor und umgekehrt**.
- Unter dem Schelfeis herrschen ähnliche Umweltbedingungen wie in der Tiefsee, deshalb kommen dort **etliche Tiefseearten** vor.

Die mit einem grünen Pfeil markierten Begriffe werden im Glossar auf Seite 56 erklärt.

ANDEEP-SYSTCO-(SYSTEM COUpling)-Expeditionen mit dem Forschungsschiff FS POLARSTERN fanden seit dem Jahr 2002 statt, und immer noch ist das gesammelte Probenmaterial gut für Überraschungen. Über das Leben in der südpolaren Tiefsee war vor dieser Expeditionsreihe nicht sehr viel bekannt. Jetzt aber hatten mehr als 80 Wissenschaftler/-innen aus 13 Nationen die Chance, die außerordentlich hohe Vielfalt und diverse Zoogeographie der Meeresbodenbewohner im Weddellmeer und in angrenzenden Meeresgebieten zu dokumentieren. Obwohl an fast 60 Stationen und über 6.000 Meter tief beprobt wurde, haben wir lediglich einen Bruchteil des Gesamtbildes gesehen, denn von den ca. 28 Millionen km² Tiefseeboden des Südpolarmees haben wir nur 0,2 km² untersuchen können. Hier berichten wir über die wichtigsten Ergebnisse der ANDEEP-Expeditionsreihe.

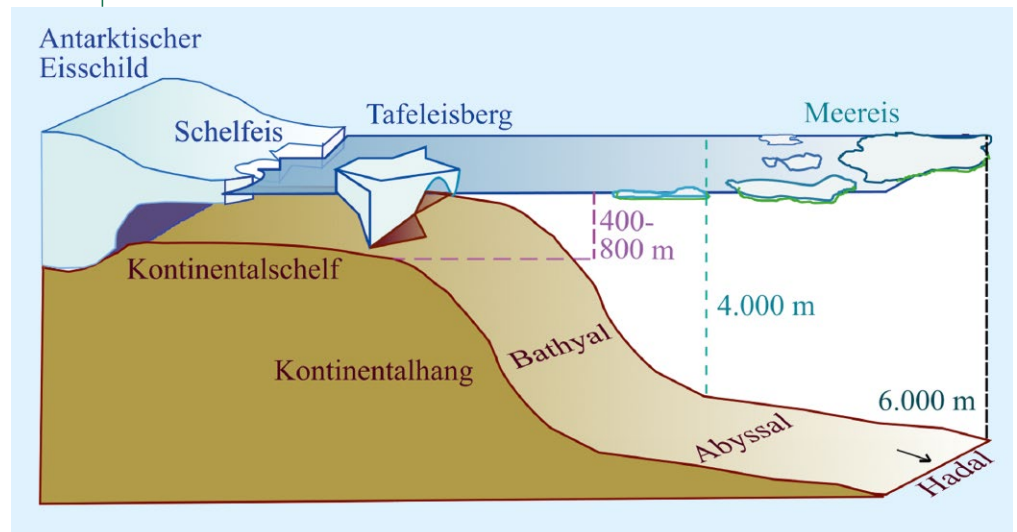
Neben der unerwartet hohen Vielfalt aller Tiergruppen (alleine in der Makrofauna 1.400 Arten, 700 davon der Wissenschaft bislang noch unbekannt) kamen 52 Prozent der gefundenen Arten nur sehr selten vor. Was kann zu derart hohen Artenzahlen geführt haben? Zuerst einmal die geologische Isolation der Antarktis, die vor etwa 30–40 Millionen Jahren begann. Der antarktische Zirkumpolarstrom trennt seit der Öffnung der Drake-Passage und der endgültigen Abtrennung Tasmaniens den Südozean von den anderen Ozeanen [2]. Der Kontinent und auch die antarktischen Gewässer (diese vor 14 Millionen Jahren) kühlten ab, und neue Arten mit entsprechenden Anpassungen an tiefe Temperaturen konnten entstehen. Veränderte Umweltbedingungen, Isolation und unbesetzte ökologische Nischen sind die Voraussetzungen für die

schnelle Bildung neuer Arten, die sogenannte ► adaptive Radiation. Sie findet auch heute noch in der Antarktis besonders in den Tiergruppen statt, die in nicht-besetzte Nischen vorstoßen konnten, weil durch die erdgeschichtlichen Veränderungen ganze systematische Gruppen nicht vorhanden waren wie z. B. viele Fische und alle höheren Krebse. Die ozeanografische Trennung von anderen Meeresgebieten führt auch zu einer großen Zahl von Endemiten: Arten, die nur in der Antarktis und nirgends sonst auf der Welt vorkommen.

Von ganz groß bis mikroskopisch klein – Größenklassen sind nicht nur praktisch

Warum definieren wir Größenklassen? Das hat zum einen praktische Gründe. Weil man schon rein technisch in einer einzigen Probe meist nicht metergroße Schwämme und

ABB. 2 | VOM ANTARKTISCHEN SCHELF IN DIE TIEFSEE



Der Kontinentalschelf liegt in der Antarktis tiefer als bei den anderen Kontinenten. Unter den Schelfeisgebieten herrschen ähnliche Bedingungen wie in der Tiefsee der Kontinentalhänge oder der abyssalen Ebenen. Grafik (erstellt mit Inkscape 1.1): Gritta Veit-Köhler.

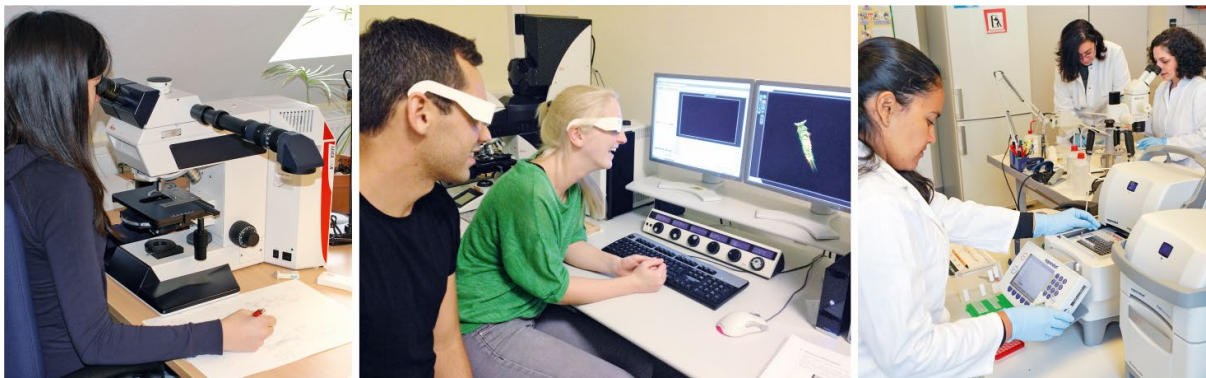


ABB. 3 Für viele Tiergruppen werden neue Arten auch heute noch am besten zeichnerisch dargestellt (links). Mit dem konfokalen Laser-Scanning-Mikroskop (CLSM) können 3-D-Darstellungen erzeugt werden (Mitte). Im Idealfall ergänzen sich traditionelle Techniken und moderne molekulargenetische Untersuchungen (rechts). Fotos: Gritta Veit-Köhler.



ABB. 4 Probenahmegeräte im Einsatz auf der POLARSTERN. a) Großkastengreifer und b) Agassiz-Trawl. c) Epibenthoschlitten und d) Multicorer. Fotos: Gritta Veit-Köhler (a, d), Nils Brenke (b), Angelika Brandt (c).

mikroskopisch kleine Ruderfußkrebse zusammen sammeln und quantitativ bearbeiten kann, werden seit jeher unterschiedlich dichte Netze benutzt oder Sedimentpro-

ben ausgesiebt. Die verschiedenen Maschenweiten der Siebe bestimmen die Größenklassen der Tiere. An Bord von Forschungsschiffen wie der POLARSTERN werden außerdem verschiedene Probenahmegeräte eingesetzt, um Tiefseeorganismen zu sammeln (Abbildung 4). Für jede Lebensgemeinschaft ist ein anderes Gerät optimal. Das Agassiz-Trawl ist ein Metallschlitten mit einem doppelwandigen grobmaschigen Schleppnetz mit 10 Millimetern Maschenweite im äußeren Netz, das die Oberfläche des Meeresbodens absammelt. Es eignet sich besonders gut für **Megafauna** (siehe Tabelle 1). Das sind wirbellose Tiere, die größer als 10 Millimeter und auf Unterwasserfotos gut erkennbar sind. Dazu gehören viele Schwämme und Stachelhäuter wie Seeigel, Seegurken, Seesterne oder die im Abyssal sehr häufigen Schlangensterne. Das Trawl eignet sich aber auch für Fische und größere Tiere, die in den oberen Sedimentschichten oder auf eingesammelten Steinen leben. Wie auch das Trawl wird der Epibenthoschlitten bei einem Knoten Fahrt geschleppt und sammelt mit zwei verschließbaren Netzen von 0,5 Millimetern und zwei seitlichen Netzbechern von 0,3 Millimetern Maschenweite auf und über („epi“) dem Meeresboden lebende und schwimmende wirbellose Tiere. Makrofauna und sogar größere Meiofauna (s. u.) werden mit dem Epibenthoschlitten beprobt. Dieser kann zudem mit einer Tiefseekamera ausgestattet werden, um einen Eindruck von der Verteilung der Lebewesen auf dem Meeresboden zu erhalten. Der Großkastengreifer ist ein weiteres schweres Gerät, mit dem **Makrofauna** (je nach Definition wirbellose Tiere mit einer Größe zwischen 0,25 und 10 Millimetern) oder manchmal sogar Megafauna beprobt wird. So finden wir auch Seesterne oder Seeigel im Kastengreifer. Das Gerät stanz einen Teil des Meeresbodens mit einer Fläche von 50×50 Zentimetern aus und bringt vor allem Endofauna (im Sediment lebende Tiere wie Krebse, Muscheln und Borstenwürmer) an die Oberfläche. Zum Sammeln von **Meiofauna** (je nach Definition Tiere zwischen 0,32 und maximal 1 Millimeter) wird an Bord gerne der Multicorer eingesetzt. Er ist ideal geeignet, um un-

TAB 1. FAUNA IM BENTHOS DES SÜDOZEANS

Größenklasse	Größe	Lebensweise	Häufige Vertreter
Meiofauna (griechisch „meios“: kleiner)	aktuell meist 0,32–0,5 mm (in Meiofauna-Studien bevorzugt: 0,32–1 mm)	interstitiell (zwischen den Sandkörnern), im Schlick wühlend, in der organischen Schicht auf dem Sediment kriechend, kurzzeitig in der Wassersäule schwimmend (v. a. Ruderfußkrebse)	Fadenwürmer (Nematoda), Ruderfußkrebse (Copepoda), Muschelkrebse (Ostracoda), Hakenrüßler (Kinorhyncha), Bärtierchen (Tardigrada), Bauchhärlinge (Gastrotricha)
Makrofauna (griechisch „makros“: groß)	0,5–10 mm (Untergrenze je nach Studie auch ab 0,25 mm oder erst ab 1 mm)	sessil (festsitzend) oder vagil (frei beweglich) im (Endofauna) oder auf dem Sediment (Epifauna); wühlend, grabend, laufend, kriechend oder bodennah schwimmend	Krebse (Crustacea: Asseln, Flohkrebse, Scherenasseln), Ringelwürmer (Annelida: Viel- und Wenigborster), Weichtiere (Mollusca: Muscheln, Schnecken)
Megafauna (griechisch „mégas“: groß)	>10 mm	sessil oder vagil als Endo- oder Epifauna, bodennah schwimmend	Schwämme (Porifera), Stachelhäuter (Echinodermata: Seeigel, Seegurken, Seesterne, Schlangensterne), Weichtiere (Mollusca), Fische (Pisces)

gestörte Sedimentkerne mit dem darüber befindlichen bodennahen Wasser zu erhalten. Wenn das Gerät auf dem Meeresboden gelandet ist, werden Plexiglasrohre langsam in das Sediment gedrückt und beim Hieven verschlossen. So überstehen die obersten Sedimentschichten, in denen die Meiofauna zwischen Sandkörnern oder im Schlamm lebt, ungestört den Weg aus der Tiefe nach oben.

Größenklassen haben aber auch einen ökologischen Sinn, zumindest in den gemäßigten Breiten. Die Arten der Meiofauna produzieren nur wenige Larven, die gut ausgestattet aus dem Ei schlüpfen. Die Besonderheit ist, dass Meiofauna zeitlebens ans Sediment gebunden, also ► benthonisch ist. Im Gegensatz dazu produzieren die meisten Arten der Makro- und Megafauna große Mengen von planktonischen Larven. Die Larven sind meist mit weniger Dottervorrat ausgestattet und fressen direkt im freien Wasser, wo sie mit den Strömungen verbreitet werden. Nur in der Antarktis ist auch das anders: Viele der zur Makro- und Megafauna gezählten Arten haben nur wenige Nachkommen und betreiben oft Brutpflege (z. B. Ranzenkrebse, viele Schwämme, Meeresborstenwürmer oder Seeigel), die auch mit einer direkten Entwicklung gekoppelt sein kann, bei der die Jungtiere als kleine Erwachsene schlüpfen (z. B. bei Ranzenkrebsen und einigen Seeigeln). Im Vergleich zu den gemäßigten Zonen gibt es in der Antarktis deutlich weniger Tierarten mit planktonischen Larvenstadien. Das liegt auch an den in weiten Teilen des Südozeans unregelmäßig und oft nur lokal begrenzt stattfindenden Phytoplanktonblüten (wie z. B. in ► *Polynyas* oder bei abschmelzendem Meereis [3, 4]). Diese Unregelmäßigkeit wäre für eine Nachkommenschaft, die jahreszeitabhängig und massenhaft auftritt und auf schnellen Zugang zu frei verfügbarer Nahrung angewiesen ist, ziemlich unvorteilhaft.

Megafauna – das Beispiel Schwämme

Am Meeresboden der Antarktis beeindruckt in der Megafauna sicherlich zuallererst die Schwämme (Porifera). Schwämme können beachtliche Größen (oft über 1 m Höhe) erreichen. Es gibt Hinweise, dass die großen antarktischen Glasschwämme zwar sehr langsam wachsen, aber immer wieder auch Wachstumsschübe und längere Wachstumspausen einlegen. Sie können mehrere hundert Jahre alt werden [5]. Mit 76 Arten aus 30 Familien sind alle Klassen der Schwämme im Südpolarmeer vertreten: Kalk-, Hornkiesel- und Glasschwämme (Calcarea, Demospongiae, Hexactinellida). Die Artenvielfalt nimmt mit größerer Wassertiefe am deutlichsten bei den Glasschwämmen zu. Obwohl sie weltweit zur typischen Tiefseefauna gehören und auch in mehr als 1.000 Meter Tiefe noch beachtliche Körpergrößen erreichen können, sind die beiden einzigen Gattungen *Rossella* und *Anoxycalyx* vor allem für den antarktischen Schelf charakteristisch (Abbildung 5).

Bislang sind aus dem Expeditionsmaterial 36 neue Schwammarten beschrieben und 58 neue zoogeographische

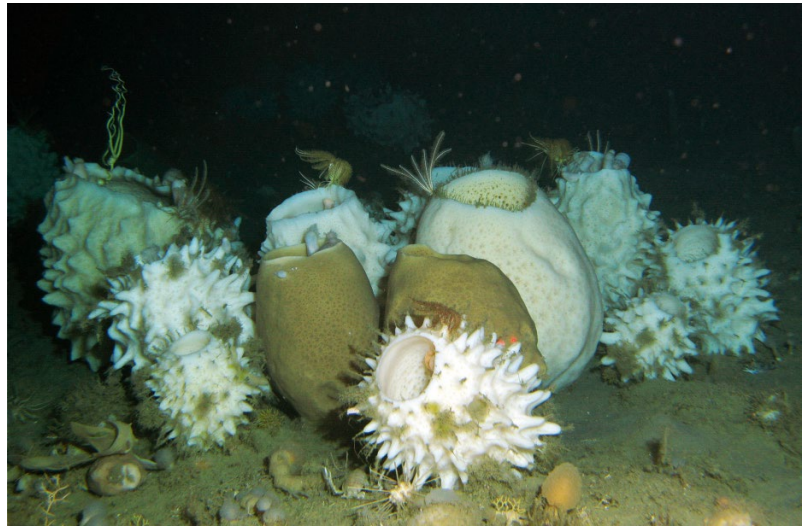


ABB. 5 Glasschwämme der Familie Rossellidae auf dem Schelf des Weddellmeeres: *Rossella* cf. *racovitzae* (stachelig) und *R.* cf. *nuda* (hellbraun) sowie vermutlich *Anoxycalyx* (*Scolymastra*) *joubini* (glatt, weiß). Die Schwämme dienen als „Substrat“ u. a. für Schlangensterne und andere Stachelhäuter (Schwebcrinoide). Aufgenommen mit einem Tauchroboter (ROV). Foto: Tomas Lundälv.



ABB. 6 Klein und räuberisch: Der Schwamm *Lycopodina* cf. *callithrix* (Hentschel, 1914) sowie rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen der häkchenförmigen Nadeln eines anderen Raubschwammes der Gattung *Chondrocladia* (beide gehören zur Familie der Cladorhizidae). Foto und REM-Aufnahmen: Dorte Janussen.

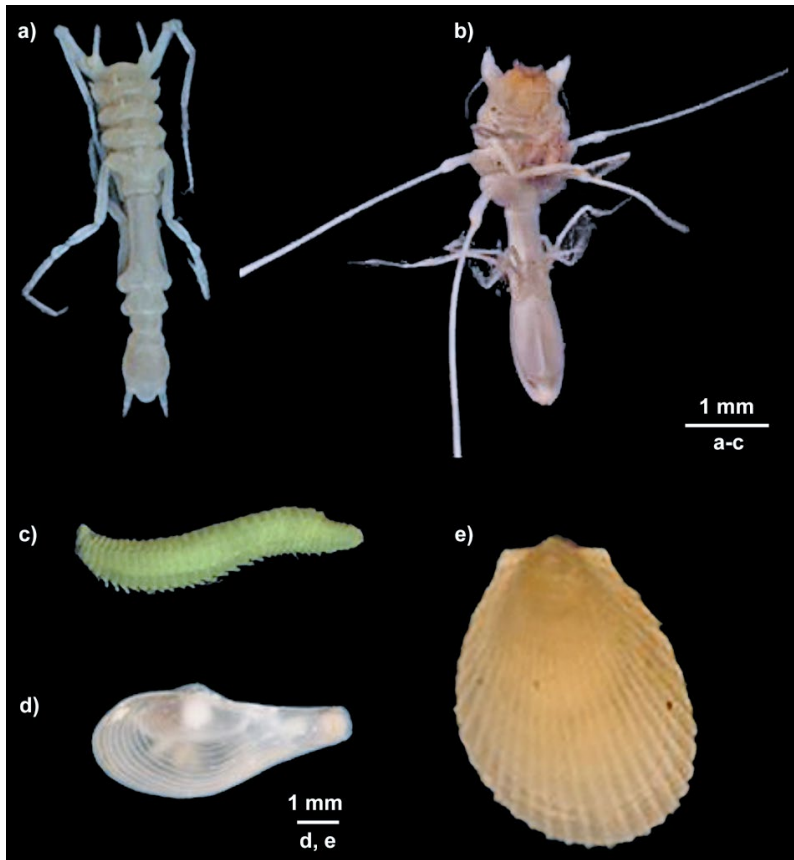


ABB. 7 Sie gehören zum Inventar der Makrofauna in der Tiefsee des Weddellmeeres. Asseln der Gattungen *Ischnomesus* (a) und *Munnopsis* (b), ein Vielborster der Gattung *Ophryotrocha* (c) und die Muscheln *Cuspidaria* (d) und *Limatula* (e). Fotos: Wiebke Brökeland (a), Michael Raupach (b), Brigitte Ebbe (c), Katrin Linse (d, e).

Nachweise erbracht worden. Während die meisten Exemplare zu den Glasschwämmen oder den Hornkieselchwämmen (z. B. [6]) gehören, war die Entdeckung von Kalkschwämmen in der südpolaren Tiefsee eine kleine Sensation [7]. Bis dahin glaubte man, dass Kalkschwämme typische Flachwasserbewohner sind, da man davon ausging, dass die fragilen Kalknadeln dem hohen Kohlendioxidpartialdruck in der Tiefe nicht standhalten. Unterhalb von 850 Metern waren Kalkschwämme aus dem Südpolarmeer nicht bekannt. Aber auch hier sind Ausnahmen wohl die Regel: Durch die systematische Beprobung konnten sechs Kalkschwammarten zwischen 1.120 und 4.400 Metern Tiefe nachgewiesen werden. Vier davon waren der Wissenschaft bis dahin unbekannt.

Eine weitere Überraschung war die weite Verbreitung von sehr kleinen räuberischen Schwämmen aus der Familie der Cladorhizidae (Demospongiae). Sie sind in abysalen und ▶ hadalen Tiefen bis 9.000 Meter die häufigsten Schwämme und gehören somit der echten Tiefseefauna an. Acht neue Arten dieser Tiere, die nur wenige Millimeter klein sind, wurden in der südpolaren Tiefsee entdeckt [8, 9]. In ihren häkchenförmigen Schwammnadeln (Spicula) verfangen sich beispielsweise Ruderfußkrebse, die

nicht viel kleiner sind als sie selbst (Abbildung 6). Dadurch haben sie im nahrungsarmen Bodenwasser in der Tiefsee einen Vorteil.

Eine zunehmend bedeutende Rolle spielen antarktische Schwämme wegen ihrer Inhaltsstoffe, die in der medizinischen Industrie genutzt werden können. Bestimmte Arten der Hornkieselchwämme enthalten die meisten symbiontischen Mikroorganismen. Aus Arten der Tiefwassergattung *Latrunculia* (leicht erkennbar an der leuchtend grünen Farbe, die vom Schwamm selbst produziert wird) wurden wichtige Naturstoffe gewonnen, die im Labor effektiv die Vermehrung von Krebszellen verlangsamen [10].

Makrofauna – dominiert von Asseln, Borstenwürmern, Weichtieren

Meeresborstenwürmer (Polychaeta), Weichtiere (Mollusca) und Krebse (Crustacea) sind in der Tiefsee des Südpolarmees die häufigsten und artenreichsten Tiergruppen (Abbildung 7). Die meisten Arten der benthonischen Krebse der Antarktis gehören zu den Ranzenkrebse (Peracarida). Der Begriff „Ranzen“ bezieht sich auf den Brutbeutel, den sie an ihrer Bauchseite tragen. Die Nachkommen werden darin herumgetragen, bis sie weit genug entwickelt und kräftig genug sind, sich selbstständig zu ernähren und zu überleben. Meeresasseln (Isopoda) sind nach den Flohkrebse (Amphipoda) die zweithäufigste Gruppe der Peracarida. An 40 Tiefseestationen wurden mehr als 13.000 Individuen gefunden, die zu 674 Arten gehören. Das ist im Vergleich zu den 371 vom antarktischen Schelf bekannten Arten sehr viel, vor allem wenn wir die wenigen Tiefseestationen den vielen bisher untersuchten Schelfstationen gegenüberstellen. Viele Asselarten gehören zu Komplexen, die sich aus morphologisch sehr ähnlichen Arten zusammensetzen. Diese sogenannten kryptischen Arten können nur mit molekulargenetischen Untersuchungen aufgespürt werden [11]. Die tatsächlichen Artenzahlen in der Tiefsee liegen also noch höher. Sehr viele Asseln haben – vermutlich aufgrund ihrer Brutpflege – nur kleine Verbreitungsgebiete. Die Brutpflege kann auch ein Grund dafür sein, dass 86 Prozent der Meeresasseln entweder nur aus dem Südpolarmeer bekannt oder bisher unbeschrieben sind. Dazu zählen auch zwei neue Familien und 43 neue Gattungen. Expeditionen in die Antarktis sind auch heute noch immer Entdeckungsfahrten.

Auch zu den Tiefsee-Polychaeta der Antarktis gab es nur sehr wenige Informationen. Inzwischen wissen wir: Das Artenspektrum der Meeresborstenwürmer in der südpolaren Tiefsee unterscheidet sich von dem der umgebenden Ozeangebiete [12]. Allerdings sind die Tiefseearten innerhalb des Südozeans weit verbreitet, was im Gegensatz zu den kleinräumigen zoogeographischen Mustern der Meeresasseln steht. Langlebigkeit und die Fortpflanzung über planktonische Larvenstadien können Gründe für die weiten Verbreitungsgebiete der Polychaeta sein.

Bei den Weichtieren zeigt sich ein anderes Bild. Mit insgesamt etwa 260 Arten [13] sind die Mollusca weitaus seltener in der Tiefsee vertreten als auf dem kontinentalen Schelf, auf dem bislang rund 800 Arten gefunden wurden [14]. Der Rückgang der Arten mit der Tiefe ist bei Schnecken (Gastropoda) deutlicher als bei Muscheln (Bivalvia). Aber überall sind 75 Prozent der Arten endemisch. Das ist ein sehr hoher Prozentsatz an Arten, die nur in einer begrenzten Region vorkommen. Im Atlantik weit verbreitete Arten fehlen in der antarktischen Tiefsee, und etwa 40 Prozent der Arten wurden nur in abyssalen Tiefen von rund 4.000 Metern gefunden. Eine interessante Entdeckung war, dass der sehr seltene Antarktische Einschaler *Laevipilina antarctica* Warén & Hain, 1992, ein „Lebendes Fossil“ aus der Klasse der Monoplacophora (Urmützenschnecken), auch bis in 3.000 Meter Wassertiefe vorkommt. Diese Tiere sind zuvor nie tiefer als 650 Meter gefunden worden [15].

Meiofauna – „kleiner“ als Makrofauna

Zur Meiofauna (Abbildung 8) gehören Fadenwürmer (Nematoda) und Ruderfußkrebse (Copepoda), gefolgt von Hakenrüsslern (Kinorhyncha), Bärtierchen (Tardigrada), Rädertieren (Rotifera), Muschelkrebse (Ostracoda) und den schon aufgrund ihrer Namen interessanten Bauchhärlingen (Gastrotricha) oder Korsettträgertierchen (Loricifera). Die Meiofauna setzt sich also aus einem ganz anderen Spektrum von Gruppen zusammen als die Makrofauna. Neben vielzelligen Vertretern sind in der Meiofauna auch große einzellige Organismen zu finden wie Kammerlinge (Foraminifera) oder Wimpertierchen (Ciliophora).

Wohin man auch schaut, in der Meiofauna sind die meisten der antarktischen Arten neu für die Wissenschaft. Ruderfußkrebse sind besonders vielfältig, und bislang ist nicht geklärt, warum einige Arten scheinbar ausschließlich in der Antarktis vorkommen und andere fast weltweite Verbreitungsgebiete haben [16, 17]. Es ist aber immer wieder schön, beim langwierigen Sortieren der Proben unter dem Stereomikroskop „alte Bekannte“ zu entdecken: Arten, die wir selbst beschrieben haben und die nun an ganz anderer Stelle in der Tiefsee oder im Flachwasser der Antarktis wieder auftauchen. Durch ihre Lebensweise ist die Meiofauna zwar an den Meeresboden gebunden, aber auch in anderem „Substrat“ ist sie zu finden. Und da schließt sich der Kreis: Meiofauna besiedelt Lebewesen, die Hohlräume zum Wohnen bieten. So sind Schwämme mit ihren Poren und Kanälen auch ein geeigneter Lebensraum für viele der kleinen Arten [18].

Schwimmen, laufen, lange leben – Verbreitungsstrategien in der Tiefsee

Im Weddellmeer entsteht kaltes Tiefenwasser, das absinkt und sich nach Norden ausbreitet. Dadurch trägt es zum Antrieb des globalen Strömungssystems bei. Durch diese Zirkulation kann Nahrung schnell in die Tiefsee transportiert werden. Aber auch Tiere können mit den Strö-

mungen verdriftet werden, als Larven oder auch noch als Adulte, denn viele Arten sind sehr klein. An ihrer Morphologie ist es erkennbar, aber auch auf Tiefseevideos ist es zu sehen: 209 verschiedene Arten von Isopoden aus der Antarktis können schwimmen oder sich zumindest vom Sediment erheben [19], was schon ausreicht, um mit den Strömungen zu reisen. Viele Vertreter der Meiofauna – vor allem die Ruderfußkrebse – sind zwar gute Schwimmer, entfernen sich aber nie allzu weit vom Meeresboden, der ihnen Nahrung, Lebensraum und Schutz vor Fressfeinden bietet. Die größten Unterschiede in der Reproduktion sind sicherlich die Brutpflege nur weniger Nachkommen auf der einen und die Abgabe einer großen Zahl von Larven auf der anderen Seite. Die überlebenden Jungtiere beider Varianten tragen am Ende dazu bei, die Arten zu erhalten, aber nur die freien Larven können sehr weit mit der Wasserströmung fortstreben. Daher haben diese Arten oft viel größere Verbreitungsgebiete als Arten, die Brutpflege betreiben.

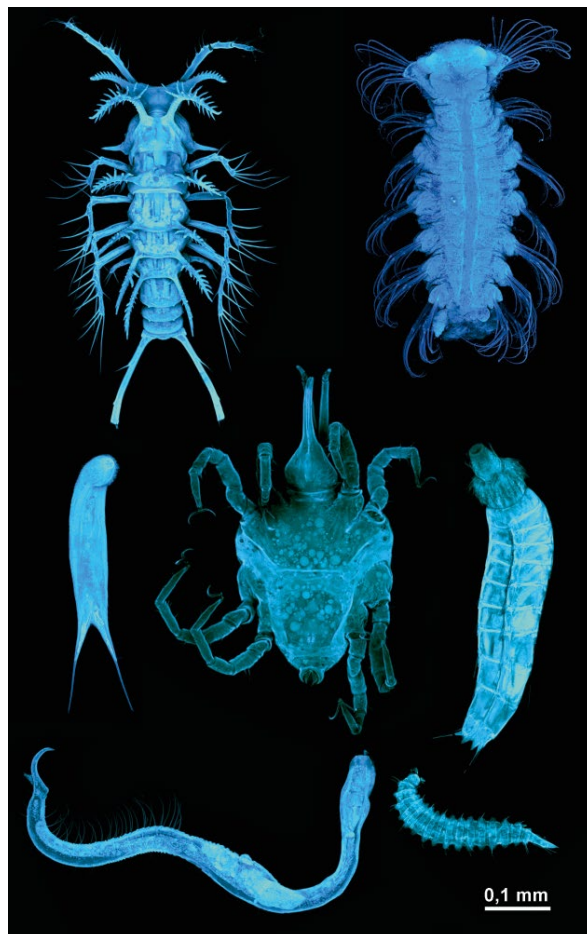


ABB. 8 Meiofauna aus der Antarktis (v.l.n.r.), oben: Ruderfußkrebs (Copepoda), Larve eines Borstenwurmes (Polychaeta), Mitte: Bauchhärling (Gastrotricha), Meeresmilbe (Halacarida), Hakenrüssler (Kinorhyncha), unten: zwei Fadenwürmer (Nematoda) aufgenommen mit dem konfokalen Laser-Scanning-Mikroskop (CLSM) und coloriert. Aufnahmen: Stephan Durst und Jan Schuckenbrock.



ABB. 9 Drei Ruderfußkrebsearten aus der Tiefsee des Weddellmeeres. Entdeckt und neu beschrieben (v.l.n.r.): *Emertonia andeep*, *Wellsopsyllus antarcticus* und *Emertonia berndi*. Alle Tiere sind kleiner als ein halber Millimeter. Die CLSM-Bilder wurden nachträglich coloriert. Aufnahmen (v.l.n.r.): Gritta Veit-Köhler, Johanna Kottmann und Terue Kihara, Annabel Mathiske.

Aber auch ein langes Leben kann dazu beitragen, dass sich Arten verbreiten. Dann macht es auch nichts, wenn sie ans Sediment gebunden sind. Sie haben Zeit zum Laufen. Das wird besonders deutlich, wenn wir uns vor Augen halten, dass viele Arten der benthonischen Ruderfußkrebse sehr selten sind. Wie sollen sich Männchen und Weibchen einer Art in der Tiefsee treffen, wenn wir im Material einer ganzen Expedition nur zwei Exemplare einer Art finden? Es geht, und *Emertonia andeep* ist der Beweis (Abbildung 9, [20]). Nach ihrer Beschreibung haben wir die Art noch in vielen weiteren Tiefseebecken des Atlantiks gefunden, immer nur mit wenigen Individuen [16]. Der Trick: Weibliche Copepoden müssen nur einmal begattet werden und können dann ihr ganzes Leben lang befruchtete Eier produzieren.

Einmal Tiefsee und zurück – Submergenz und Emergenz

In geologischen Zeiträumen und über lange evolutionsbiologische Zeitskalen gesehen sind die Faunen von Tiefsee und Flachwasser nicht wirklich voneinander zu trennen. Immer wieder kam und kommt es zu Artbildungen und Radiation in beiden Zonen und einem Abstieg in die Tiefe (Submergenz) oder einem Aufstieg aus der Tiefe (Emergenz) in flachere Regionen [21, 22]. Solche Ausbreitungen kommen besonders dann vor, wenn sich die ökologischen Umstände in den unterschiedlichen Tiefenzonen soweit ähneln, dass es den Arten leicht gemacht wird überall zu leben. In der Antarktis sind niedrige Temperaturen und – trotz aller Unwägbarkeiten – das relativ gute Nahrungsangebot Voraussetzungen, die Schelfarten ermöglichen auch die Tiefsee zu besiedeln.

Berühmt und einmalig sind die metergroßen Glasschwämme (Hexactinellida) der Familie Rosselliidae, die nach molekularen Ergebnissen seit der Eröffnung der Drake-Passage vor 30 Millionen Jahren den antarktischen Schelf und die bathyale Tiefsee bis etwa 1.500 Metern besiedeln [23]. Riesenwuchs, langsames Wachstum, ein hohes Alter, eine vermutlich späte Geschlechtsreife und die damit verbundene geringere Nachkommenzahl machen derartige „Wanderungen“ zur Besiedlung neuer Regionen zu Prozessen, die nicht schnell vonstattengehen.

Submergenz und Emergenz sind bei verschiedenen Familien der Meeresasseln dokumentiert. Die Schelfgemeinschaften der Isopoda erstrecken sich bis in eine Tiefe von 1.500 bis 2.000 Metern. Im Bathyal und Abyssal unterscheiden sich dann aber die Arten grundsätzlich von der Schelffauna

und gehören zu 97 Prozent zur Unterordnung Asellota, die auf dem Schelf recht selten ist. Bei den Polychaeta gibt es ebenfalls eurybathe Arten, das heißt sie sind über weite Tiefenbereiche zu finden. Auch bei ihnen verändert sich erst ab circa 2.000 bis 2.500 Metern Tiefe die Schelffauna sukzessive zu Kontinentalhanggemeinschaften, welche sich dann bis in das Abyssal fortsetzen. Aber die Artenvielfalt der Polychaeten nimmt mit zunehmender Tiefe ab und erreicht am Kontinentalhang bereits nur noch etwa die Hälfte des Artenreichtums auf dem Schelf. Auch die zur Meiofauna zählenden Fadenwürmer haben den Übergang von der Schelffauna zur Tiefseefauna erst unterhalb von 2.000 Metern Tiefe. Und im Weddellmeer gibt es kleine Kammerlinge (Foraminifera), die genetisch fast identisch sind mit Arten aus dem Rossmeer auf der anderen Seite des antarktischen Kontinentes und sogar mit Tieren aus der nordatlantischen Tiefsee. Es gibt morphologische und molekulargenetische Hinweise, dass bestimmte Foraminiferenarten eine sehr weite Tiefenverbreitung von 1.100 bis 6.300 Metern Wassertiefe haben können [9]. Somit wurden frühere Funde untermauert, die zeigten, dass Schelfarten in der Antarktis bis in größere Tiefen vorkommen können. Dies ist von anderen Kontinenten nicht bekannt [24].

Wo alles anders ist: Das Schelf unter dem Schelfeis

Trotz aller Expeditionen ist die antarktische Tiefsee noch wenig erforscht und dies gilt noch mehr für die Gebiete, die zwar auf dem Schelf liegen, aber seit Jahrtausenden permanent vom Schelfeis bedeckt sind (Abbildung 10). In jüngerer Zeit führen die steigenden Temperaturen an der Antarktischen Halbinsel allerdings dazu, dass weite Teile

einiger der für die Antarktis typischen, sich auf das Meer erstreckenden Eisschelfe weggebrochen sind. Untersuchungen des nun erstmals zugänglichen 200 bis 400 Meter tiefen Meeresbodens in den Regionen Larsen A und B haben uns gezeigt, dass die Lebensgemeinschaften dort denjenigen der Tiefsee ähnlich waren [25]. Die Umweltbedingungen unter der oft mehrere hundert Meter dicken Eisaufgabe: dunkel, konstant kalt und nur sehr wenig Nahrung. Entsprechend besiedelten Tiefseearten den Larsen-Schelf, weil sie an solche Bedingungen besser angepasst sind als die übliche Schelffauna. Tiefseerauschwämme (*Asbestopluma*, *Chondrocladia*, *Abyssocladia*) und normalerweise abyssale Glasschwämme (*Caulophacus*) waren dort heimisch [26], und auch die Meiofaunagemeinschaften des Larsen-Schelfs ähnelten den Gemeinschaften aus dem 4.000 Meter tiefen Weddellmeer [27]. Und nicht nur die Gemeinschaften als solche waren sich ähnlich: Ruderfußkrebse der Art *Wellsopsyllus antarcticus* Kottmann & Veit-Köhler, 2013, die ursprünglich von 1.100 bis 4.500 Metern Tiefe im Weddellmeer gesammelt und beschrieben wurde (Abbildung 9, [28]), und die im Abyssal bis in den Atlantik weit verbreitete Art *Emertonia diva* Veit-Köhler, 2005, sind tatsächlich in rund 300 Metern Tiefe auf dem Schelf in der Larsen-Region wieder entdeckt worden (A. Rose, pers. Mitteilung). Eine Sensation, wenn man bedenkt, dass diese Arten sehr selten vorkommen und nur etwas über 0,3 Millimeter lang sind! Es ist sehr wahrscheinlich, dass unter den „permanenten“ Eisgebieten des Antarktischen Schelfs noch viele unbekannte Tiefseearten leben, die mit zunehmender Veränderung ihres Lebensraumes für immer verschwinden, bevor sie jemals erforscht werden können.

Aber seit dem Zerfall der Eisschelfe befinden sich diese Ökosysteme in rapidem Wandel und durchlaufen innerhalb nur weniger Jahre dramatische Veränderungen [25]. So waren 2011 die zuvor in der Larsen-Region dokumentierten Tiefseeschwämme nicht mehr auffindbar, dafür waren bereits 2007 mit dem Tauchroboter beobachtete Jungschwämme typischer Schelfgattungen (*Rossella* und *Anoxycalyx*) deutlich gewachsen, und viele weitere Exemplare hatten sich angesiedelt [29]. Auf den ersten Blick scheinen diese Schwämme vom Verschwinden des Schelfeises und der erhöhten Nahrungsverfügbarkeit zu profitieren. Vergleichen wir jedoch das kalte Weddellmeer mit den wärmeren Gebieten in der Bransfieldstraße und Drake-Passage, zeigt sich, dass diese charakteristischen Gattungen bei höheren Wassertemperaturen und geringerer Meereisbedeckung seltener vorkommen [30]. Das kann ein Hinweis darauf sein, was bei steigenden Meerestemperaturen auch im Weddellmeer passieren könnte.

Meeresforschung in der Antarktis ist und bleibt eine Herausforderung. Die Antarktis gibt ihre Geheimnisse nicht so einfach preis, und nach den ersten erfolgreichen Larsen-Expeditionen ist die Untersuchung des neuesten Abbruchgebietes Larsen C bislang noch keinem Menschen gelungen. Das Meereis ist inzwischen sogar für die POLAR-



ABB. 10 Die antarktischen Eisschelfe erstrecken sich weit ins Meer hinein. Ihre Kante kann mehr als 30 Meter aus dem Wasser herausragen. Foto: Angelika Brandt.

STERN einfach zu dick. Aber echte Polarforscher/-innen geben nicht einfach auf. An Bord werden neue Pläne diskutiert und Ausweichstationen gesucht, an denen dann andere, ebenso dringliche Themen untersucht werden. So wurde anstelle von Larsen C in den Jahren 2013, 2018 und 2019 auf Expeditionen mit den Forschungsschiffen POLARSTERN und JAMES CLARKE ROSS das Verhältnis von Meereisbedeckung und Tiergemeinschaften am Meeresboden untersucht. Eins ist klar: Kleine und große Tiere in der Antarktis sind abhängig von der Nahrungsverfügbarkeit und diese wiederum hängt ganz eng mit der Dauer und Saisonalität der Meereisbedeckung zusammen [31–33]. Davon aber mehr im nächsten Artikel dieser Serie über das DFG-Schwerpunktprogramm Antarktisforschung.

Zusammenfassung

Die abyssale Tiefsee der Antarktis wurde seit 2002 mit der Reihe der ANDEEP-Expeditionen untersucht. Die Fauna der Antarktischen Tiefsee ist sehr divers. Viele unbekannte Tierarten wurden entdeckt, Verbreitungsareale angepasst und systematische Zusammenhänge neu definiert. Tiefseearten kommen in der Antarktis auch auf dem Schelf vor, weil dieser tiefer liegt als der anderer Kontinente. Unter dem Schelfeis herrschen Bedingungen ähnlich wie in der Tiefsee, weshalb typische Tiefseegemeinschaften und -arten auch in diesen Regionen vorkommen.

Summary

From the shelf to the deep sea: Biodiversity in the Southern Ocean

The abyssal deep sea of Antarctica has been studied with a series of ANDEEP expeditions since 2002. The fauna of the Antarctic deep sea is very diverse. Many unknown species

GLOSSAR

Adaptive Radiation: Neue Arten entstehen durch genetische Variation und natürliche Auslese innerhalb von Populationen. Wenn diese Anpassungsmechanismen (Adaptationen) bei sich ändernden Umweltbedingungen, bei Isolation oder beim Wegfall von Konkurrenz zur Besetzung freier ökologischer Nischen (z. B. auf Inseln) führen, dann können sich aus gemeinsamen Vorfahren mehrere spezialisierte Arten durch Radiation („Ausstrahlung“) entwickeln. Die verschiedenen Arten der Darwin-Finken auf den Galapagosinseln sind ein typisches Beispiel für adaptive Radiation aus einer einzigen Ursprungsart.

Antarktischer Zirkumpolarstrom: Der Südozean ist von den nördlicher gelegenen Ozeanen hydrographisch durch den antarktischen Zirkumpolarstrom getrennt. Dieser Wasserkörper ist weniger salzhaltig als die Regionen nördlich und südlich und deutlich kälter als die nördlicheren Strömungen. Der Zirkumpolarstrom wird durch Westwinde angetrieben und strömt in östliche Richtung. Er bewegt erhebliche Wassermassen und ist wichtig für das globale System der Meeresströmungen.

Bathymetrie: Vermessung der Gestalt des Meeresbodens zur Erzeugung von z. B. Karten, Tiefenprofilen und 3-D-Modellen.

In der Tiefsee gibt es folgende Zonierungen:

Bathyal – Meeresboden am Kontinentalhang von 200 bis ca. 4.000 Metern Tiefe. In der Antarktis liegt der Schelf allerdings deutlich tiefer und der Kontinentalhang beginnt erst zwischen 400 und 800 Metern (Abbildung 2).

Abyssal – Tiefseeebenen auf 4.000–6.000 Metern Tiefe

Hadal – 6.000 bis über 10.000 Metern Tiefe (die tiefsten Punkte der Ozeane liegen in Grabensystemen)

Benthos, benthonisch: Alle im, auf oder über dem Boden eines Gewässers vorkommenden Lebewesen. Beispiel: Zum Benthos gehörende (benthonische) Ruderfußkrebse sind an den Lebensraum „Meeresboden“ gebunden, während planktonische Ruderfußkrebse im freien Wasser leben.

Eurybathie, eurybath: Als „eurybath“ bezeichnet man Arten, deren geographische Verbreitung große Tiefenspannen abdeckt. Also z. B. Arten, die vom Schelf bis zum Abyssal vorkommen.

Polynya: Bezeichnet eine eisfreie Wasserfläche in ansonsten von Meereis bedeckten Gebieten. Polynyas entstehen aufgrund von Gezeiten, vorherrschenden Winden oder dem Auftrieb von warmem Tiefenwasser. In der Antarktis sind Polynyas wichtige Wasserwege für Meeressäuger und bieten einen Nahrungszugang für Seevögel. In den oft dauerhaft bestehenden Polynyas kann es im Vergleich zu den eisbedeckten Gebieten zu einer hohen Primärproduktion in der Wassersäule kommen.

have been discovered, distribution ranges adapted and systematic relationships redefined. Deep-sea species also occur on the Antarctic shelf because it is deeper than that of other continents. Conditions under ice shelves are similar to those in the deep sea, which is why typical deep-sea communities and species also occur in these regions.

Schlagworte:

Antarktis, Tiefsee, Biodiversität, Meeresboden, Expeditionen.

Literatur

- [1] B. Beszteri et al. (2020). Kleinlebewesen im sich wandelnden Südpolarmeer – Polares Plankton. *Biol. Unserer Zeit* 50(1), 28–35.
- [2] maribus [Hrsg.] (2019). *World Ocean Review*. 6 Arktis und Antarktis – extrem, klimarelevant, gefährdet. 329 S., <https://worldoceanreview.com/de/wor-6/>
- [3] D. Kohlbach et al. (2018) Dependency of Antarctic zooplankton species on ice algae-produced carbon suggests sea ice-driven ecosystem during winter. *Glob Change Biol* 24(10), 4667–4681.
- [4] G. Veit-Köhler et al. (2011). Antarctic deep-sea meiofauna and bacteria react to the deposition of particulate organic matter after a phytoplankton bloom. *Deep Sea Res II* 58, 1983–1995.
- [5] P. K. Dayton et al. (2013). Recruitment, Growth and Mortality of an Antarctic Hexactinellid Sponge, *Anoxycalyx joubini*. *PLoS ONE* 8(2), e56939.
- [6] A. S. Plotkin, D. Janussen (2007). New genus and species of Polymastiidae (Demospongiae: Hadromerida) from the Antarctic deep sea. *J Mar Biol Ass UK* 87, 1395–1401.
- [7] H. T. Rapp et al. (2011). Calcareous sponges from abyssal and bathyal depths in the Weddell Sea, Antarctica. *Deep Sea Res II* 58, 58–67.
- [8] M. Dressler-Allame et al. (2017). Carnivorous sponges (Cladorhizidae) of the deep Weddell Sea, with descriptions of two new species. *Deep Sea Res II* 137, 190–206.
- [9] A. Brandt et al. (2007). First insights into the biodiversity and biogeography of the Southern Ocean deep sea. *Nature* 447, 307–311.
- [10] F. Li et al. (2020). New discorhabdin B dimers with anticancer activity from the Antarctic deep-sea sponge *Latrunculia bififormis*. *Mar Drugs* 18, 107.
- [11] W. Brökeland, M. J. Raupach (2008). A species complex within the isopod genus *Haploniscus* (Crustacea: Malacostraca: Peracarida) from the Southern Ocean deep sea: a morphological and molecular approach. *Zool J Linn Soc* 152, 655–706.
- [12] B. Hilbig (2004). Polychaetes of the deep Weddell and Scotia Seas – composition and zoogeographical links. *Deep Sea Res II* 51(14), 1817–1825.
- [13] K. Linse et al. (2006). Biodiversity and biogeography of Antarctic and sub-Antarctic mollusca. *Deep Sea Res II* 53(8–10), 985–1008.
- [14] A. Brandt et al. (2016). Depth-related gradients in community structure and relatedness of bivalves and isopods in the Southern Ocean? *Prog Oceanogr* 144, 25–38.
- [15] M. Schrödl et al. (2006). Review on the distribution and biology of Antarctic Monoplacophora, with first abyssal record of *Laevipilina antarctica*. *Polar Biol* 29, 721–727.
- [16] H. Gheerardyn, G. Veit-Köhler (2009). Diversity and large-scale biogeography of Paramesochridae (Copepoda, Harpacticoida) in South Atlantic abyssal plains and the deep Southern Ocean. *Deep Sea Res I* 56(10), 1804–1815.
- [17] A. Mathiske et al. (2021). Deep sea without limits – four new closely related species of *Emertonia* Wilson, 1932 (Copepoda: Harpacticoida: Paramesochridae) show characters with a world-wide distribution. *Zootaxa* 5051(1), 443–486.
- [18] D. Kersken et al. (2014). The infauna of three widely distributed sponge species (Hexactinellida and Demospongiae) from the deep Ekström Shelf in the Weddell Sea, Antarctica. *Deep Sea Res II* 108, 101–112.
- [19] M. V. Malyutina, A. Brandt (2015). The first data on the composition and distribution of Munnopsidae (Crustacea, Isopoda, Asellota), collected during the Kurambio expedition 2012 from the Kuril-Kamchatka Trench area. *Deep Sea Res II* 111, 245–256.

- [20] G. Veit-Köhler (2004). *Kliopsyllus andeep* sp. n. (Copepoda: Harpacticoida) from the Antarctic deep sea – a copepod closely related to certain shallow-water species. *Deep Sea Res II* 51(14–16), 1629–1641.
- [21] A. Brandt (1991). Zur Besiedlungsgeschichte des antarktischen Schelfes am Beispiel der Isopoda (Crustacea, Malacostraca). *Ber Polarforsch* 98, 1–240.
- [22] T. Riehl et al. (2020). Conquering the ocean depths over three geological eras in: The natural history of the Crustacea – Evolution and Biogeography. (Hrsg.: G. C. B. Poore, M. Thiel), Oxford University Press 155–182.
- [23] S. Vargas et al. (2017). Nuclear and mitochondrial phylogeny of *Rossella* (Hexactinellida: Lyssacinosida, Rossellidae) a species and a species flock in the Southern Ocean. *Polar Biol* 40, 2435–2444.
- [24] T. Brey et al. (1996). Do Antarctic benthic invertebrates show an extended level of eurybathy? *Antarct Sci* 8(1), 3–6.
- [25] J. Gutt et al. (2011) Biodiversity change after climate-induced ice-shelf collapse in the Antarctic. *Deep Sea Res II* 58(1–2), 74–83.
- [26] D. Buskowiak, D. Janussen (2021). An exceptional occurrence of deep-sea sponges in the region of former Larsen Ice Shelves, Antarctic Peninsula, with the description of two new species. *Mar Biodivers* 51, 8.
- [27] A. Rose et al. (2015). Long-term iceshelf-covered meiobenthic communities of the Antarctic continental shelf resemble those of the deep sea. *Mar Biodiv* 45(4), 743–762.
- [28] J. Kottmann et al. (2013). A new species of *Wellsopsyllus* (Copepoda, Harpacticoida, Paramesochridae) from the deep Southern Ocean and remarks on its biogeography. *Helgol Mar Res* 67, 33–48.
- [29] L. Fillinger et al. (2013). Rapid glass sponge expansion after climate-induced Antarctic ice shelf collapse. *Curr Biology* 23(14), 1330–1334.
- [30] D. Kersken et al. (2016). Sponge communities of the Antarctic Peninsula - Influence of environmental variables on species composition and richness. *Polar Biol* 39, 851–862.
- [31] M. J. Brasier et al. (2021). Responses of Southern Ocean seafloor habitats and communities to global and local drivers of change. *Front Mar Sci* 8, 622721.
- [32] D. Di Franco et al. (2020). Abundance and distributional patterns of benthic peracarid crustaceans from the Atlantic sector of the Southern Ocean and Weddell Sea. *Front Mar Sci* 7, 554663.
- [33] G. Veit-Köhler et al. (2018). Oceanographic and topographic conditions structure benthic meiofauna communities in the Weddell Sea, Bransfield Strait and Drake Passage (Antarctic). *Prog Oceanogr* 162, 240–256.

Verfasst von:



Foto: Gritta Veit-Köhler

Dr. Gritta Veit-Köhler ist seit 2002 Fachgebietsleiterin für „Ökologische Biodiversitätsforschung“ am Deutschen Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung (DZMB) bei Senckenberg am Meer in Wilhelmshaven. Zu ihren Forschungsschwerpunkten gehören die Ökologie der Meiofauna und die Taxonomie von bodenlebenden Ruderfußkrebse. Gemeinsam mit ihren Student/-innen erforscht sie Polargebiete, die Tiefsee und strandnahe Lebensräume.



Foto: Cédric d'Udekem d'Acoz

PD Dr. Dorte Janussen ist seit 2001 Leiterin der Sektion „Marine Evertebraten I“ des Forschungsinstituts Senckenberg in Frankfurt am Main. Ihre Forschungsschwerpunkte sind die Taxonomie, Zoogeographie und Evolution der Schwämme, insbesondere in der Tiefsee und Polarregionen.



Foto: Victoria Whadley

Prof. Dr. Angelika Brandt ist 2017 nach 22 Jahren am Zoologischen Museum der Universität Hamburg an das Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum gewechselt, wo sie die Abteilung Marine Zoologie leitet. Sie erforscht die Makrofauna der Tiefsee und Polarregionen, hat bisher 29 Expeditionen durchgeführt und mehr als 400 Publikationen verfasst. Für die UN Dekade für Ozeanforschung und Nachhaltige Entwicklung vertritt A. Brandt die Mission „Clean Ocean“ mit einem internationalen Team.

Korrespondenz

Dr. Gritta Veit-Köhler
Senckenberg am Meer
Deutsches Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung
Südstrand 44
26382 Wilhelmshaven
E-Mail: gveit-koehler@senckenberg.de



Verband | Biologie, Biowissenschaften
& Biomedizin in Deutschland

**GEMEINSAM
FÜR DIE**

BIEWISSENSCHAFTEN

Gute Gründe, dem VBIO beizutreten:

- Werden Sie Teil des größten Netzwerks von Biowissenschaftlern in Deutschland
- Unterstützen Sie uns, die Interessen der Biowissenschaften zu vertreten
- Nutzen Sie Vorteile im Beruf
- Bleiben Sie auf dem Laufenden – mit dem VBIO-Newsletter und dem Verbandsjournal „Biologie in unserer Zeit“
- Treten Sie ein für die Zukunft der Biologie



www.vbio.de

Jetzt beitreten!

