

Die Antarktis und ihr Lebensraum

Eine Einführung für Besucher



Berichte zur Polarforschung
Reports on Polar Research

Sonderheft Nr. 1/1981

Die Antarktis und ihr Lebensraum

Eine Einführung für Besucher

Herausgegeben im Auftrag von SCAR
(Scientific Committee on Antarctic Research)



Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung
Bremerhaven

Vordere Umschlagseite: Kopf eines Zwergwals (Photo: Drescher)

Hintere Umschlagseite: Flechten und Gräser bei Arctowski auf King George Island (Süd-Shetland-Inseln) (Photo: Hempel)



2008-0392

Die englische Originalausgabe wurde zusammengestellt vom Naturschutzkomitee der SCAR Arbeitsgruppe Biologie und unter dem Titel „A Visitor's Introduction to the Antarctic and its Environment“ im Oktober 1980 veröffentlicht. Sie ist erhältlich durch: Scott Polar Research Institute, Cambridge CB2 1ER, England.

Mitglieder des Komitees sind: W. N. Bonner (Vorsitzender, Großbritannien), W. S. Benninghoff (USA), V. A. Gallardo (Chile), K. R. Kerry (Australien), B. C. Parker (USA) und J. Prévost (Frankreich).

Die vorliegende deutsche Ausgabe erscheint als Sonderheft der vom Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung in Bremerhaven herausgegebenen Reihe „Berichte zur Polarforschung“. Die Übersetzung und Bearbeitung der englischen Originalausgabe besorgten Sabine und H. Eberhard Drescher.

© Nachdruck, auch von Teilen, nur mit schriftlicher Genehmigung des Alfred-Wegener-Instituts für Polarforschung, Columbus-Center, 2850 Bremerhaven
Druck: Ditzen-Druck, Bremerhaven

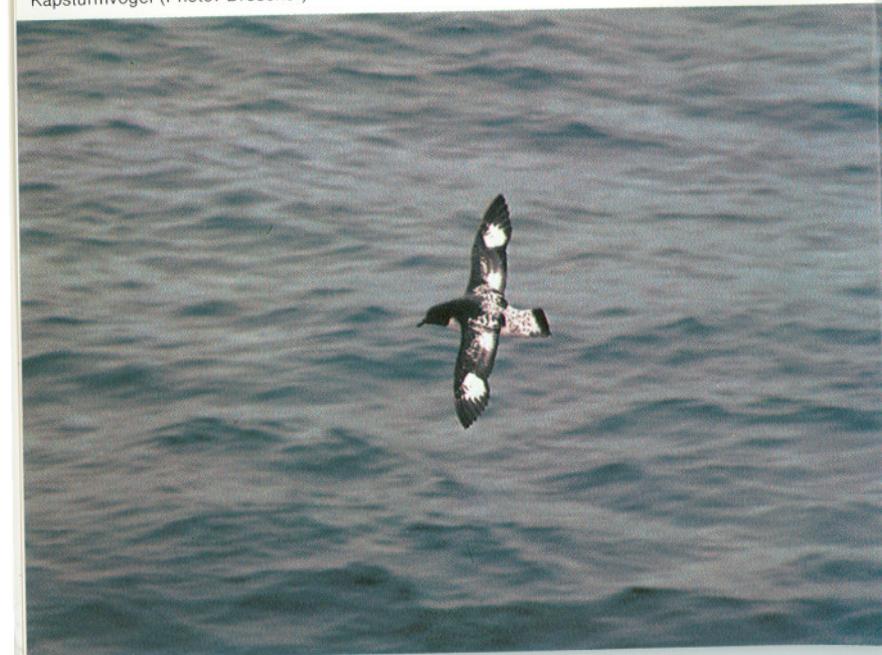
Inhalt

	Seite
Vorwort zur deutschsprachigen Ausgabe	5
Einleitung	7
Marine Ökosysteme der Antarktis	14
Meeressäugetiere	21
Vögel	27
Leben auf dem Kontinent und den Inseln	32
Seen, Teiche, Tümpel	38
Naturschutz in der Antarktis	43



Eisberg in der Scotia-See (Photo: Hempel)

Kapsturmvogel (Photo: Drescher)



VORWORT

Diese kurze Einführung in die antarktischen Lebensgemeinschaften ist für Besucher der Antarktis bestimmt. Auch die Zahl der deutschen Wissenschaftler und Touristen, die das Südpolarmeer und den antarktischen Kontinent bereisen, hat stark zugenommen. Es begann im vorigen Jahrhundert, als Entdeckungsreisende und Robbenfänger von Bremen und Hamburg aus Süd-Georgien und die Inseln und Küsten der Antarktischen Halbinsel aufsuchten. 1901–1903 und 1911–1913 folgten die großen deutschen Antarktis-Expeditionen der Forschungsschiffe „Gauß“ und „Deutschland“ an die Küste der Ostantarktis und ins Weddell-Meer. 1926 erreichte FS „Meteor“ auf seiner berühmten Südatlantik-Expedition die Deception-Insel und Süd-Georgien, und 1938/39 arbeitete die „Schwabenland“-Expedition mit Schiff und Flugzeugen in dem Südafrika gegenüberliegenden Teil der Antarktis.

Erst in den siebziger Jahren gab es wieder selbständige Expeditionen wissenschaftlicher Institute der Bundesrepublik Deutschland in die Antarktis. Sie zielten auf die Untersuchung der Krill- und Fischbestände und auf ozeanographische Messungen im atlantischen Sektor der Antarktis. Andere dienten der Erforschung des Meeresuntergrundes im Weddell- und Ross-Meer.

Als erste Überwinterungsstation der Bundesrepublik Deutschland wurde die Georg-von-Neumayer-Station 1981 an der Atka-Bucht östlich des Weddell-Meereres eröffnet. Im gleichen Südsommer waren die Forschungsschiffe „Meteor“ und „Walther Herwig“ im Rahmen des internationalen meeresökologischen Programms BIOMASS in der Scotia-See tätig, und die vom Bundesminister für Forschung und Technologie gecharterte „Polarsirkel“ arbeitete in der Weddell-See. In den letzten Jahren haben damit mehrere hundert deutsche Wissenschaftler, Techniker, Seeleute und Fischer in der Antarktis gearbeitet.

Seit einiger Zeit gibt es auch einen Antarktistourismus. Auf eisverstärkten Kreuzfahrerschiffen erlebten schon mehrere

tausend Touristen, darunter viele Deutsche, die Schönheiten der Inseln und Küsten des Südpolarmeeres und machten zahlreiche kurze Landausflüge in die Umgebung der Forschungsstationen.

Trotz bemerkenswerter ökologischer Rücksichtnahme bei den meisten wissenschaftlichen und touristischen Unternehmungen bedeuten die wachsenden Aktivitäten eine Gefahr für die antarktische Lebensgemeinschaft. Das erscheint zunächst unverständlich im Hinblick auf die Zahl der Besucher im Verhältnis zur Weite der Antarktis. Die meisten Forschungsstationen sind aber an biologisch besonders wichtigen Plätzen auf den Inseln und der Antarktischen Halbinsel angelegt, zum Beispiel bei den großen Robben- und Pinguinkolonien. Um Störungen der antarktischen Flora und Fauna gering zu halten, wurden bestimmte Maßnahmen im Rahmen des Antarktisvertrages für Angehörige aller Mitgliedstaaten bindend vereinbart. Außerdem wollte die biologische Arbeitsgruppe des Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) den Besucher auf die ökologischen Besonderheiten der Antarktis und die daraus erwachsenden Bedürfnisse des Naturschutzes hinweisen. Daraus ist unter Federführung von Dr. W. N. Bonner vom British Antarctic Survey die nachstehende Schrift entstanden. Der Text ist im wesentlichen eine Übersetzung der englischen Broschüre; an einigen Stellen schienen uns aber Ergänzungen und Verbesserungen angezeigt.

Möge dieses Heft durch die Darstellung der ökologischen Zusammenhänge deutlich machen, warum sich der Mensch in der Antarktis besonders rücksichtsvoll verhalten und seine touristische Neugierde zügeln muß. Wir alle sollen uns in der Antarktis als Gäste fühlen und betragen, gleichgültig ob wir uns dort beruflich oder zum Vergnügen aufhalten.

G. Hempel

National Scientific Committee
on Antarctic Research
of the Federal Republic of Germany

Bremerhaven, im September 1981

EINLEITUNG

Antarktika ist der letzte Kontinent, der noch zu erforschen und möglicherweise auszubeuten ist. Er hat viele ungewöhnliche, interessante und schöne Erscheinungsformen. Diese Broschüre soll als Einführung in die Antarktis dienen, in ihren Lebensraum und die verschiedenen Organismen, die in hervorragender Weise an die lebensfeindlichen Bedingungen auf dem Kontinent, der Halbinsel und den dazugehörigen Inseln und Meeren angepaßt sind.

Geographische und physikalische Besonderheiten

Der Kontinent Antarktika liegt fast ganz innerhalb des südlichen Polarkreises (bei 66° 33' S). Er ist mit 90 % des auf der Erde existierenden Eises bedeckt, das eine durchschnittliche Dicke von etwa 2000 m erreicht. Weniger als 5 % dieser Landmasse sind ohne dauernde Schnee- oder Eisbedeckung; nur an der Küste treten Felsen zutage, und nur die höchsten Bergspitzen stoßen durch die Eisplatte.

Das Klima Antarktikas ist in den meisten Bereichen das einer kalten Wüste. Im Bereich des Südpols beträgt der jährliche Schneeauftrag ungefähr 7 cm, und die jährliche Durchschnittstemperatur liegt dort bei - 47 °C. Der größte Teil der Sonnenwärme wird von der Eisplatte in die Atmosphäre zurückreflektiert, so daß kaum Wärme zurückbleibt. Das Wetter auf der ganzen Erde wird erheblich durch diese antarktischen Verhältnisse beeinflusst.

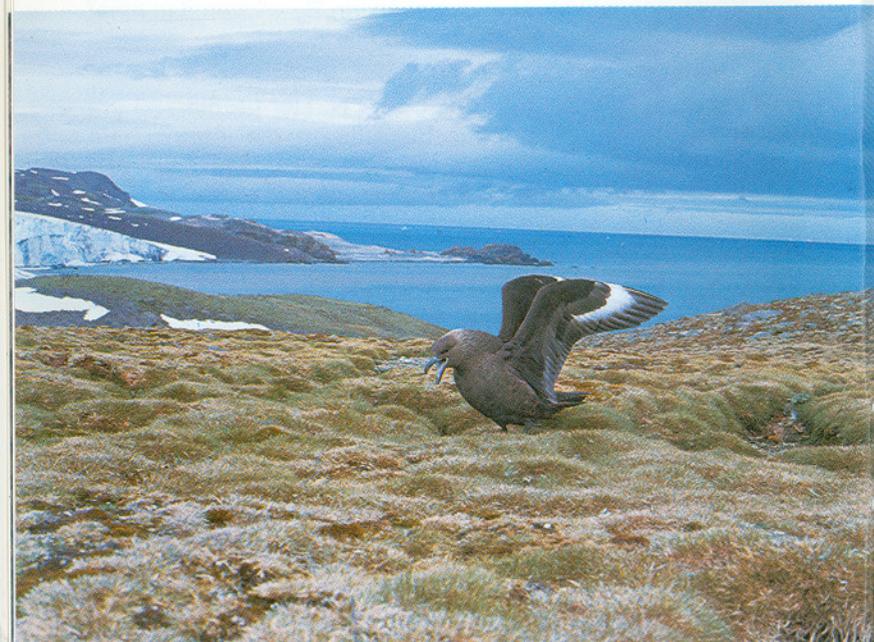
Der alte Superkontinent Gondwanaland

Vor zweihundert Millionen Jahren war Antarktika mit Afrika, Australien, Indien, Neuseeland und Südamerika in dem Superkontinent Gondwanaland vereint. Kräfte innerhalb der Erde beeinflussten die Erdkruste und bewirkten ein Trennen und Auseinanderdriften dieser Kontinente. Vor 30 Millionen Jahren hatten die Kontinente ihre heutige Form und Lage erreicht.



Bei der Station Esperanza an der Spitze der Antarktischen Halbinsel (Photo: Hempel)

Skua bei Arctowski auf King George Island (Süd-Shetland-Inseln) (Photo: Hempel)



Antarktika war in die Gegend des Südpols der Erde gedriftet, wo vier oder mehr Monate im Jahr Dunkelheit herrscht. Der Kontinent war nun rings umgeben von einem Ozean und wurde fast völlig mit Eis bedeckt. Die frühe und schrittweise Trennung der Kontinente mit den gleichzeitig sich vollziehenden klimatischen Veränderungen bewirkten das Aussterben einer Reihe von Pflanzen und Tieren. Heute findet man z. B. Farne, Süßwasserfische, Amphibien und Reptilien in Antarktika nur noch als Fossilien. Die geographische Trennung und das kalte und trockene Klima haben verhindert, daß viele Pflanzen- und Tiergruppen von anderen Kontinenten einwandern und Antarktika besiedeln konnten, z. B. Bäume, Blütenpflanzen, Landreptilien und Land-Säugetiere. Schließlich ist Antarktika auch der einzige Kontinent, auf dem es nie „eingeborene“ Menschen gab und auf dem sich folglich auch nie eigene Kulturen entwickelt haben.

Antarktische Lebensformen heute

Die Lebensformen, die man heute auf diesem eisbedeckten Kontinent und um ihn herum findet, besitzen ungewöhnliche Anpassungen, um die niedrigen Temperaturen, die geringe Feuchtigkeit, die Eisflächen oder die salzigen Böden in der Region zu überleben. Vögel und Robben der Antarktis (und in geringerem Ausmaß auch in der Subantarktis) brüten und ziehen ihre Jungen auf dem Eis oder an Land groß, sind aber für die Nahrungssuche völlig von den reichen Ressourcen des Ozeans abhängig.

Das marine Ökosystem ist reich an Leben. Hier sind alle großen Tier- und Pflanzengruppen des Meeres vertreten. Wale, Fische, Tintenfische und Krill könnten auch dem Menschen natürliche Hilfsquellen bieten.

Zahl und Vielfalt der terrestrischen Organismen sind auf dem Kontinent und den Inseln weitaus geringer als im Ozean. Die Lebewesen sind jedoch außerordentlich interessant durch ihre Erscheinungsformen, durch ihre Rolle im Ökosystem und durch ihre Anpassungen gegenüber den rauen Lebensbe-

dingungen. Auch gibt es an Land eine Reihe von Süßwasser- und Salzseen und Teichen, in denen eine begrenzte Zahl von aquatischen Pflanzen und Tieren lebt.

Die Menschheit muß lernen, mit den lebenden Ressourcen der Antarktis weise und behutsam umzugehen. Wir müssen Rücksicht nehmen auf das empfindliche Gleichgewicht, das diese Organismen im antarktischen Ökosystem bilden, wir müssen sie vor nicht wiedergutzumachenden Schäden schützen. Unglücklicherweise gab es Zeitabschnitte, in denen die Rücksichtnahme auf das Gleichgewicht des Ökosystems fehlte, und wir mußten deshalb teure Lektionen beim Spiel von Versuch und Irrtum lernen. Die Rolle, die die Antarktis in der menschlichen Geschichte einnimmt, ist jung. Der Kontinent ist noch recht unberührt, nicht aber das marine Ökosystem. Heute sehen wir uns der Herausforderung gegenüber, die lebenden und nichtlebenden Ressourcen bewirtschaften zu wollen und die Antarktis trotzdem vor der Zerstörung zu bewahren. Der Erfolg dieses Vorhabens wird der heutigen und künftigen Generationen zugute kommen.

Wissenschaft in der Antarktis

Die Erforschung der Antarktis begann vor 200 Jahren, als Kapitän James Cook im Jahre 1773 zum ersten Mal den südlichen Polarkreis überquerte. Bei den frühen Fahrten wurde die Forschung mit Ausbeutung – oder mit der Hoffnung auf Ausbeutung – verbunden. Viele wertvolle Ladungen von Robbenfellen oder Robbenöl wurden gewonnen, meist auf den subantarktischen Inseln. Spätere Expeditionen waren stärker wissenschaftlich ausgerichtet, aber die Forschung hatte oft hinter nationalen oder persönlichen Interessen zurückzustehen. Die Erforschung der Antarktis litt unter einem Mangel an Kontinuität und Koordination.

Viele Wissenschaftler wußten, daß eine gründliche Erforschung der Antarktis nur durch eine planmäßige internationale Zusammenarbeit erreicht werden konnte. Dieses wurde erstmalig während des Internationalen Geophysikalischen Jahres

(IGJ) von 1957/58 erreicht, als ein weltweites Forschungsprogramm im Bereich der Erdwissenschaften, insbesondere der Geophysik, durchgeführt wurde. Der Antarktis kam eine Schlüsselposition in dem Programm zu, und 12 Nationen errichteten auf und um den antarktischen Kontinent herum Forschungsstationen, einschließlich der ersten Forschungsstation direkt am Südpol. Das IGJ war ein Erfolg, sowohl hinsichtlich der Qualität der wissenschaftlichen Ergebnisse als auch in bezug auf Umfang und Art der Zusammenarbeit zwischen den Nationen, die vorwiegend der Gemeinschaft der Wissenschaftler zu verdanken war.

Um sicherzustellen, daß die während des IGJ begonnenen Aktivitäten und Verbindungen nicht wieder abbrachen, gründete der International Council of Scientific Unions (ICSU) im September 1958 das „Special (jetzt: Scientific) Committee on Antarctic Research“ (SCAR), das die künftige internationale Forschung organisieren und koordinieren sollte. Mitglied bei SCAR waren ursprünglich die Wissenschaftsorganisationen der 12 Nationen, die während des IGJ aktiv Forschung in der Antarktis betrieben hatten, aber 1978 kamen zwei weitere Staaten (Polen und Bundesrepublik Deutschland) hinzu. Heute sind die Wissenschaftsorganisationen folgender Länder Mitglied von SCAR: Argentinien, Australien, Belgien, Bundesrepublik Deutschland, Chile, Frankreich, Großbritannien, Japan, Neuseeland, Norwegen, Polen, Südafrika, UdSSR und USA. Als 15. Staat beantragte 1980 die DDR die Aufnahme in SCAR.

SCAR hat eine Reihe von ständigen Arbeitsgruppen gegründet, die wissenschaftliche und logistische Programme koordinieren, Symposien abhalten und antarktische Beiträge zu globalen Forschungsprogrammen planen. Es gibt auch Expertengruppen, die sich mit Themen von besonderer Bedeutung oder von augenblicklichem Interesse befassen. Die wissenschaftlichen Ergebnisse werden freizügig zwischen den SCAR-Nationen ausgetauscht, und das Komitee sorgt dafür, daß die Einzelheiten künftiger Forschungsprogramme den Mitgliedern frühzeitig zur Verfügung gestellt werden.

Der Antarktis-Vertrag

Am 1. Dezember 1959 unterschrieben in Washington jene 12 Nationen den Antarktis-Vertrag, die damals in der Antarktis tätig waren. Der Vertrag hat zum Ziel, den Fortgang der Erforschung der Antarktis zu erleichtern und sicherzustellen, daß dieser Kontinent für alle Nationen offen ist, die sich dort wissenschaftlich und mit friedlichen Absichten betätigen wollen. Die 14 Artikel des Vertrages können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

- I – Die Antarktis soll nur für friedliche Zwecke genutzt werden; jegliche militärischen Maßnahmen sind verboten.
- II – Die Freiheit der wissenschaftlichen Forschung und die Zusammenarbeit, wie sie während des IGJ gehandhabt wurde, sollen fortgeführt werden.
- III – Die Pläne für wissenschaftliche Programme, die Beobachtungen und Ergebnisse sollen frei ausgetauscht werden; wissenschaftliches Personal kann zwischen den Expeditionen ausgetauscht werden.
- IV – Alle Territorialansprüche werden vom Tag der Unterzeichnung an eingefroren. Während der Gültigkeit des Vertrages kann keine Aktivität irgendeines Landes den Status quo über Rechte oder Ansprüche auf territoriale Gebietshoheiten beeinflussen.
- V – Atomexplosionen und die Ablagerung radioaktiven Mülls sind in der Antarktis verboten.
- VI – Die Vorschriften des Vertrages gelten für das Gebiet südlich des 60. Breitengrades.
- VII / VIII – Jede Vertragspartei kann Beobachter einsetzen. Sie sollen die völlige Freiheit haben, jedes Gebiet der Antarktis zu jeder Zeit aufsuchen zu können, und sie haben das Recht, Gebäude, Einrichtungen, Geräte, Schiffe oder Flugzeuge jeder anderen Nation zu kontrollieren oder auch Luftbeob-

achtungen durchzuführen.

- IX – Es sollen regelmäßige, beratende Tagungen der Vertragsparteien abgehalten werden.
- X – Die Vertragsparteien sollen sicherstellen, daß keine Tätigkeiten entgegen den Grundsätzen oder Zielen des Vertrages durchgeführt werden.
- XI – Alle Streitigkeiten zwischen Vertragsparteien sollen durch friedliche Verhandlungen beigelegt werden, als letzten Ausweg durch den Internationalen Gerichtshof.
- XII – Der Vertrag soll mindestens 30 Jahre in Kraft bleiben.
- XIII / XIV – Diese Artikel regeln die rechtlichen Einzelheiten über Ratifizierung und Hinterlegung des Vertrages.

In den Jahren seit der Unterzeichnung des Vertrages wurde auf beratenden Tagungen Übereinkunft über eine Reihe umfassender Maßnahmen erzielt, einschließlich des Schutzes der Tierwelt und spezieller Gebiete von besonderem wissenschaftlichen Interesse. Weitere Themen, über die Übereinstimmung erzielt werden soll, sind in der Diskussion. Die Inspektionen durch nationale Beobachter wurden im Geiste freundlicher Zusammenarbeit durchgeführt. Stetig und ungehindert war der Fluß von Daten und Veröffentlichungen zwischen allen Nationen.

Der Vertrag gilt nicht für den Bereich des Meeres und auch nicht für die subantarktischen Inseln nördlich des 60. Breitengrades. Für die letzteren gelten nationale Gesetze, die u. a. auch Bestimmungen zum Schutz der Tierwelt enthalten.

Diese Broschüre geht bei der Behandlung der Flora und Fauna sowie des Ökosystems mehr von einer biologischen als von einer strikt geographischen Grundlage aus.

Alle Besucher der Antarktis sollten die wichtige Rolle eines Anwalts der Ziele und Grundsätze des Antarktis-Vertrages übernehmen, vor allem auch durch Beherrschung der in diesem Büchlein niedergelegten Konzepte und Ideen, die die Erhaltung dieses empfindlichen Ökosystems zum Ziel haben.

MARINE ÖKOSYSTEME DER ANTARKTIS

Im Gegensatz zu dem spärlich bewachsenen, kargen und eisbedeckten Kontinent bilden die die Antarktis umgebenden nährstoffreichen Gewässer die Grundlage für eine außerordentlich reiche Pflanzenwelt und Wirbellosenfauna, die den großen Populationen von Fischen, Pinguinen, Seevögeln, Robben und Walen als Nahrungsquelle dienen. Die antarktischen Organismen besitzen eine Reihe von Besonderheiten, die sie deutlich von denen tropischer oder gemäßigter Gewässer unterscheiden, wie z. B. die geringere Artenzahl, das langsame Wachstum und die bedeutendere Körpergröße. Sie sind gut an die harten Umweltbedingungen angepaßt, in denen sie leben. Manche Fische haben z. B. besondere Bluteiweiße, die wie Frostschutzmittel wirken.

Die einschneidenden saisonalen Veränderungen in diesen hohen Breiten, verbunden mit der verkürzten Lichtperiode für das Pflanzenwachstum, haben Arten hervorgebracht, die nicht nur an niedrige Temperaturen angepaßt sind, sondern auch an saisonale Freißperioden, in denen Energiereserven für die Winterzeit in Form von Fetten oder ähnlichen Substanzen angelegt werden.

Das Südpolarmeer trennt den antarktischen Kontinent von der restlichen Welt. Den Kontinent umgeben zwei konzentrische Wassermassen. Die nördlichere von beiden bewegt sich in östlicher Richtung, durch den Einfluß der vorherrschenden Winde (die „Westwinddrift“), während das Wasser dicht am Kontinent in entgegengesetzte Richtung dreht (die „Ostwinddrift“). Überlagert werden diese zirkumpolaren Strömungen durch das nach Norden driftende Oberflächenwasser. Im Norden sinkt das kalte antarktische Oberflächenwasser unter das weniger dichte subantarktische Oberflächenwasser. Das Gebiet, in dem dieses Absinken stattfindet, wird als „Antarktische Konvergenz“ oder „Polarfront“ bezeichnet. An der Konvergenz findet ein plötzlicher Temperaturwechsel von mindestens 2 °C statt. Südlich der Konvergenz nimmt der Gehalt an Nährstoffsalzen zu, wodurch auch das gesamte marine Öko-

system reicher und produktiver wird im Vergleich zu den subantarktischen Oberflächengewässern nördlich der Konvergenz. Die Antarktische Konvergenz beeinflusst die Verbreitung von Phytoplankton, Zooplankton, Fischen und Vögeln. Am Rand des antarktischen Kontinents sinkt kaltes Oberflächenwasser ab, bewegt sich als Bodenwasser nordwärts und breitet sich am Meeresboden des Atlantischen, Pazifischen und Indischen Ozeans bis über den Äquator hinweg aus. Über dem Bodenwasser liegt im Südpolarmeer das wärmere, salzhaltigere, nährstoffreichere, südwärts fließende zirkumpolare Tiefenwasser. Die Aufwärtsbewegung dieses Wassers bildet eine Auftriebszone, die das Oberflächenwasser mit großen Nährstoffmengen versorgt. Dadurch kann ein üppiges Wachstum des Phytoplanktons und anderen marinen Lebens nahe den Küsten Antarktikas stattfinden.

Hinsichtlich der Eisverbreitung können wir drei konzentrische Zonen unterscheiden: die Zone mit festem Meereis, die Packeiszone und die offenen Gewässer. Die Entwicklung von festem Meereis nahe am Kontinent und von Packeis in einem breiten Band zwischen dem Festeis und dem offenen Wasser südlich der Konvergenz beeinflusst ebenfalls stark das marine antarktische Ökosystem. Das Gebiet, das mit Packeis bedeckt ist, unterliegt jahreszeitlichen Fluktuationen. Im September beträgt die Packeisfläche etwa 24 Mill. km²; sie verringert sich bis zum Februar um etwa 18 Mill. km². Während dieser Zu- und Abnahme bewegt sich der zirkumantarktische Eisgürtel von Ost nach West und mit ihm die unzähligen marinen Organismen, die die Packeiszone bewohnen.

Phytoplankton

Unter Phytoplankton versteht man die frei im Wasser schwebenden und driftenden Pflanzen, die das erste Glied in der Nahrungskette darstellen. Einen wichtigen Bestandteil des marinen antarktischen Phytoplanktons stellen Diatomeen (Kieselalgen) dar: es gibt etwa 100 verschiedene Arten. Andere wichtige Gruppen sind die Dinoflagellaten mit etwa 70

Arten und die Silicoflagellaten. Das Phytoplankton, in der Regel einzellig und mikroskopisch klein, spielt mit seiner Photosynthese eine Schlüsselrolle bei der Umwandlung von Sonnenenergie in chemisch-gebundene Energie. Ansammlungen von Diatomeen sind manchmal als grüne Verfärbung des Oberflächenwassers zu erkennen. Das Phytoplankton ist die Nahrungsquelle für den Krill und zahllose andere kleine, im Wasser schwebende Tierchen (das Zooplankton), die ihrerseits von Carnivoren verspeist werden.

Saisonale und geographische Unterschiede im Auftreten des Phytoplanktons sind typisch für den südlichen Ozean. Große zusammenhängende Ansammlungen kann man in der Scotia-See, westlich der antarktischen Halbinsel und in der Ross-See finden. Für die freien Gewässer der Ozeane sind kleinere Phytoplanktonbestände typischer.

Zooplankton

Mit Zooplankton bezeichnet man jene Tiere, die nicht in der Lage sind, gegen die Horizontalströmungen der Ozeane anzuschwimmen: sie driften im Ozean. Einige Arten ernähren sich vom Phytoplankton, andere von den Phytoplanktonfressern. Obwohl die meisten Zooplanktonarten zirkumpolar verbreitet sind, gibt es Gebiete, in denen sie sich in bestimmten Wassertiefen oder geographischen Breiten konzentrieren. Die zirkumpolare Verbreitung vieler Planktonarten scheint nicht gleichmäßig zu sein: große Populationen gibt es im Gebiet Scotia-See/Weddell-See, während um den Rest des Kontinents ihr Vorkommen sehr viel geringer ist. Die Gewässer südlich der Konvergenz sind, vergleichbar mit der Phytoplanktonkonzentration, ebenfalls reicher an Zooplankton als die subantarktischen Gewässer im Norden. Auch das antarktische Zooplankton weist jahreszeitliche Variationen auf. Im Sommer ist es zahlreicher in küstennahen Gewässern als im offenen Ozean, und im Winter findet man es vorwiegend in größeren Wassertiefen. Die vorherrschenden Organismen des antarktischen Zooplanktons sind Copepoden und Euphausiiden, wie

z. B. der Krill. Der Krill war für die ehemals enormen Walbestände die Nahrungsgrundlage.

Das Auftreten des Krills in Schwärmen kommt den sich von ihm ernährenden Bartenwalen zugute. Blauwale bevorzugen die Jugendstadien des Krills, während Finnwale vorwiegend den erwachsenen Krill fressen. Die Schwärme erreichen oft eine Größe von mehreren hundert Quadratmetern; der größte bisher gefundene Schwarm hatte einen Durchmesser von mehreren Kilometern. Krill kann so dicht auftreten, daß das Meerwasser verfärbt erscheint und der Schwarm leicht vom Schiffsdeck aus gesehen werden kann.

Fische

Etwa 75 der 80 bis 100 antarktischen Fischarten gehören zur Gruppe der Nototheniiformes, von denen die meisten schwerfällige Bodenbewohner mit großen Köpfen und schlanken Körpern sind. Als Gruppe sind sie sehr mannigfaltig in Bauplan, Verhalten und Verbreitung. Obwohl antarktische Bodenfische stellenweise in Küstenregionen wie den Kerguelen oder Süd-Georgien wichtig sein können, sind sie im ganzen gesehen im Südpolarmeer von geringerer Bedeutung, weil an dem schmalen Kontinentalschelf um den antarktischen Kontinent geeignete Laichplätze für diese Bodenarten knapp sind. Es gibt für die antarktischen Fische keine verlässlichen Schätzungen hinsichtlich ihrer Bestände, ihrer Biomasse und ihrer Produktivität. Obwohl die UdSSR den Marmorbarsch (*Notothenia rossii*) bereits in Moskau und anderen Städten vermarktet, ist es schwer, überhaupt die Häufigkeit dieser Art und Größe der Bestände anderer Fischarten abzuschätzen.

Die bemerkenswerte Anpassung der Körperflüssigkeiten antarktischer Fische an Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes hat in neuerer Zeit beträchtliche Aufmerksamkeit erregt. Das Frostschutzmittel (ein Glykoprotein), das aus antarktischen Fischen isoliert wurde, könnte in der Medizin und der biologischen Forschung als Gefrierschutz bei der Kältekonservierung lebender roter Blutkörperchen, Samen-

zellen und anderer Gewebe Verwendung finden. Die antarktischen Eisfische sind die einzigen Wirbeltiere, denen rote Blutkörperchen mit dem Sauerstoff transportierenden Hämoglobin fehlen. Dies ist eine weitere Anpassung an kalte Bedingungen: durch Verzicht auf die roten Blutzellen wird das Blut dünnflüssiger und der Energieverbrauch für die Blutzirkulation geringer. Das Studium der Anpassungen an extreme Bedingungen bei Fischen und anderen Tieren gehört zu den faszinierendsten und vielversprechendsten Forschungsrichtungen der antarktischen Biologie.

Tintenfische

Wir vermuten, daß Tintenfische wichtige Organismen im antarktischen Ökosystem sind. Sie sind die Nahrung von Pottwalen sowie manchen Robben, Pinguinen, Seevögeln und Fischen. Die Pottwalpopulation der südlichen Halbkugel verspeist z. B. ungefähr 50 Mill. t Tintenfische pro Jahr; das entspricht etwa 75 % des gegenwärtigen jährlichen Fischereifanges der Welt. Je nachdem, wie groß der Anteil antarktischer Tintenfische an der Gesamtzahl der Tintenfische der Südhemisphäre ist, könnten die antarktischen Cephalopoden ihrerseits vielleicht 100 Mill. t Krill pro Jahr verzehren. Es ist schwer, das Fischereipotential an Cephalopoden abzuschätzen; sie sind schnelle Schwimmer und haben die Fähigkeit, Netzen auszuweichen, wodurch eine vernünftige Probenahme für biologische Studien bisher nicht zustande kam. Besondere Anstrengungen werden nötig sein, die Lücke in der Kenntnis dieser Organismen zu schließen. Zur Zeit gibt es keinen kommerziellen Tintenfischfang im Südpolarmeer, aber in neuseeländischen Gewässern wird neuerdings von Japanern regelmäßig auf Tintenfische gefischt.

Vögel, Robben und Wale werden in einem anderen Kapitel beschrieben. Es soll hier nur erwähnt werden, daß sie in bezug auf ihre Nahrung in jeder Beziehung vom Meer abhängig sind. Sie stellen daher einen wichtigen Teil des marinen Ökosystems dar.

Der Einfluß des Menschen auf das marine Ökosystem

Die wichtigste Nahrungskette in der Antarktis ist kurz und einfach: Diatomeen – Krill – Wale. Die Einfachheit des Systems macht es empfindlicher gegenüber Störungen von außen. Die Anfälligkeit kann z. Z. unter dem Einfluß von zwei durch den Menschen verursachte Faktoren wissenschaftlich untersucht werden: die industrielle Ausbeutung der Säugetierpopulationen und der Einfluß von Giftstoffen und Chemikalien, die aus den industrialisierten Regionen des Nordens eingebracht werden. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß das antarktische Ökosystem durch die menschliche Ausbeutung der Bartenwale verändert wurde. Der verheerende Rückgang dieser Bestände ist gut dokumentiert und hat erhebliche Auswirkungen auf andere Teile des Ökosystems gehabt. Der Nachweis von DDT und anderen Pestiziden aus der Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe in antarktischen Organismen lieferte den ersten Beweis für die globale Ausbreitung persistenter Umweltgifte. Umweltgifte kennen keine nationalen Grenzen und Meeresterritorien, und sie gelangen von ihrem Herstellungsort über Atmosphäre, Wasserströmungen und wandernde Organismen in den marinen Lebensraum. In Kaiserpinguinen wurden bisher noch keine Pestizide gefunden, was darauf hindeuten kann, daß Vögel und Robben in den höheren Breiten wahrscheinlich weniger durch Umweltgifte beeinträchtigt werden als solche, die einen Teil ihres Lebens fern des Kontinents verbringen.

Das Vorhandensein großer Mengen von Krill in der Antarktis war seit vielen Jahren bekannt, aber das Interesse an einer kommerziellen Nutzung entstand erst in der Mitte der sechziger Jahre, als die Bestände der Bartenwale stark zurückgegangen waren. Der Druck hinsichtlich einer Ausbeutung des Krills steigt an, besonders seit in den letzten Jahren die Fischbestände in den traditionellen Fischereigewässern zurückgegangen oder dort für viele Nationen nicht mehr erreichbar sind. Dies brachte die bisher unberührten Krillbestände in den Brennpunkt des Interesses, sowohl bei der Fischerei-

industrie einzelner Länder (vor allem UdSSR, Japan, Polen) als auch bei Gruppen von Meeresbiologen, die von einer Krillfischerei in großem Stil Gefahren für die anderen Tierbestände und deren Bedürfnisse ausgehen sehen.

Wegen der Dezimierung der antarktischen Walbestände gingen deren Wegfraß von Krill von geschätzten 190 Mill. t auf etwa 40 Mill. t pro Jahr zurück. Jedoch wurde der Rückgang der Wale in gewissem Maße durch eine Zunahme anderer Krillkonsumenten ausgeglichen, z. B. durch Robben und Pinguine. Wenn sich, wie es den Anschein hat, eine intensive Krillfischerei entwickelt, wird der Mensch ein weiterer Hauptkonsument in dem System werden. Die Auswirkungen solcher Nutzung auf andere Glieder des Systems sind unbekannt und könnten unerwünschte Folgen haben.

Unerläßlich ist daher eine sorgfältige Kontrolle der Ausbeutung des Krills, die sich nicht nur in einer Sammlung der Krillfangstatistiken erschöpfen darf, sondern zu der auch wissenschaftliche Untersuchungen zur Biologie des Krills und seiner Konsumenten gehören. Ein Anfang wurde bereits gemacht: SCAR hat, in Verbindung mit anderen internationalen wissenschaftlichen Vereinigungen, ein wissenschaftliches Langzeitprogramm zur Erforschung des marinen Ökosystems in Gang gebracht, die „Biologischen Untersuchungen der marinen antarktischen Systeme und Bestände“ (Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks, abgekürzt: BIOMASS). Außerdem wurde 1980 eine Konvention über die Erhaltung der lebenden Meeresschätze der Antarktis unterzeichnet, die den Fang von Krill und Fischen unter ökologischen Gesichtspunkten international regeln soll. Diese Konvention wird voraussichtlich 1982 in Kraft treten.

MEERESSÄUGETIERE

Robben

Die Robben sind, zusammen mit den Pinguinen, die charakteristischsten und sicher auch die ansprechendsten Tiere, denen der Besucher in der Antarktis begegnet. Robben sind Säugetiere, die eine aquatische Lebensweise angenommen haben. Aber anders als die Wale müssen sie zur Fortpflanzung wieder an Land (oder auf das Eis, wie die meisten polaren Robben) zurückkehren.

In der Antarktis gibt es viel mehr Robben als in der Arktis; eine antarktische Art, die Krabbenfresserrobbe, stellt die Hälfte aller Robben der Welt. Die größere Häufigkeit der antarktischen Robben ist auf die viel weiträumigeren und oft produktiveren Nahrungsgebiete im Südpolarmeer zurückzuführen; auch haben die Robben das driftende Packeis als Fortpflanzungsgebiet erobert. Es gibt keine einheimischen terrestrischen Feinde, die vergleichbar wären mit den Eisbären oder den Eskimos in der Arktis. Antarktische Robben verhalten sich daher völlig anders als die nördlichen Robben, sie zeigen nur wenig Scheu vor dem Menschen. Oftmals kann man an antarktische Robben sehr nahe herangehen, ohne daß sie auffällige Zeichen der Störung zeigen. Die sorgfältige Beobachtung ergibt jedoch Anzeichen von Streß bei Weibchen mit Jungtieren. Das kann bei einer Konfrontation mit menschlichen Besuchern zum Verlassen der Jungen führen. Deshalb sollte man nicht zu dicht an die Robben herangehen, sondern sie aus einiger Entfernung beobachten und fotografieren. Die Robben, einschließlich der Jungen, sollten nie angefaßt werden, denn solche Belästigungen können ihnen schaden. Andererseits können die Robben überraschend schnell angreifen und dem Menschen schwere Verletzungen zufügen. Die einzelnen antarktischen Robbenarten haben verschiedene Wege der Nutzung ihrer marinen Nahrungsquellen entwickelt, durch Unterschiede in Nahrungsauswahl und im Freßverhalten, aber auch in der geographischen Verbreitung.

Die häufigste der antarktischen Robben ist die Krabbenfresserrobbe (*Lobodon carcinophagus*), deren Populationsgröße auf ungefähr 15 Millionen geschätzt wird. Sobald man mit einem Schiff in einen Packeisgürtel hineinfährt, kann man erwarten, sie auf den Eisschollen liegen zu sehen. Die Krabbenfresser ernähren sich vom Krill, den sie mit ihren speziell ausgebildeten Zähnen und dem Gaumen ausseihen. Die Robben sind meist einzeln auf den Schollen am Rande des Packeises zu finden. Im Frühjahr während der Fortpflanzungsperiode leben sie auch in Familiengruppen zusammen: das Weibchen mit ihrem Jungen und dem dazugehörigen Männchen. Die Körper der Krabbenfresserrobben weisen oftmals Muster von parallelen Narben auf. Bei erwachsenen Robben sind sie normalerweise abgeheilt, frische Wunden trifft man vor allem bei Jungtieren. Früher glaubte man, die Wunden würden durch Schwertwale (auch Killerwale genannt) hervorgerufen, aber jetzt nimmt man eher an, daß sie durch Seeleoparden verursacht werden.

Der Seeleopard (*Hydrurga leptonyx*) ist eine andere bekannte Robbe des Packeises. Sie kann sehr auffällig sein, wenn sie Pinguine in der Nähe von Kolonien jagt. Seeleoparden sind schon an ihrer Größe zu erkennen – Weibchen werden bis 3,40 m lang – und an ihrem Aussehen: ein fast reptilienartiger Kopf, ein geschwungener Hals und ein schlanker Leib. Charakteristisch sind die sehr langen Vorderflossen. Der Seeleopard hat, ähnlich wie die Krabbenfresserrobbe, kompliziert gebaute Zähne, die ebenfalls gut an das Ausseihen von Krill oder das Fangen von schnellen Beutetieren, wie Fischen oder Pinguinen, angepaßt sind. Ungefähr zwei Fünftel ihrer Nahrung besteht aus dem Fleisch warmblütiger Tiere, wie Vögeln (meistens Pinguinen), anderen Robben (normalerweise junge Krabbenfresserrobben) oder gelegentlich Aas; ungefähr den gleichen Anteil in seiner Nahrung macht Krill aus. Auch werden kleinere Mengen von Fisch, Tintenfisch und anderen Wirbellosen genommen.

Eine weitere Robbe des antarktischen Packeises ist die Rossrobbe (*Ommatophoca rossii*). Sie wird von den Besuchern viel

seltener gesehen, nicht nur, weil sie weitaus weniger häufig ist als Krabbenfresserrobbe oder Seeleopard, sondern weil sie vor allem im dichten Packeis lebt, in das nur wenige Schiffe hineinfahren können. Sie wird auch sehr groß: Die Durchschnittslänge liegt bei 2,10 m, aber Weibchen können bis zu 3,10 m lang werden. Wie bei den anderen antarktischen Robben wird auch hier das Weibchen etwas größer als das Männchen. Die Rossrobbe ist leicht an ihrem kurzen Kopf und den großen Augen zu erkennen und an ihrer Angewohnheit, bei gehobenem Kopf den Hals aufzublähen, um so eine charakteristische „singende Haltung“ einzunehmen. Oftmals sind als Zeichnungselemente schwarze Streifen zu sehen, die am Hals vom Kinn zur Brust entlanglaufen. Rossrobben ernähren sich hauptsächlich von Tintenfischen, können aber auch beträchtliche Mengen anderer Wirbelloser und Fische nehmen. Ihre Biologie ist wegen ihrer versteckten Lebensweise wenig bekannt; ihre Verbreitung scheint unregelmäßig fleckenhaft zu sein. Die relative Seltenheit und das Fehlen wissenschaftlicher Daten über die Rossrobbe waren Anlaß dafür, sie durch den Antarktisvertrag unter Schutz zu stellen. Die Weddellrobbe (*Leptonychotes weddellii*) bewohnt das feste Meereis und das Gebiet nahe der Küste im gesamten antarktischen Bereich. Diese Robbe kann am ehesten von den Besuchern aus nächster Nähe beobachtet werden. Weddellrobben halten sich normalerweise in Gruppen auf, die manchmal mehrere hundert Individuen stark sein können; sich fortpflanzende Tiere und Junggesellen leben gewöhnlich getrennt. Diese Robben liegen bevorzugt auf Schnee oder Eis, auch wenn Felsen oder Strand verfügbar sind. Das Werfen und Aufziehen der Jungen findet, je nach Breitengrad, von September bis November statt, und in dieser Zeit kämpfen die Männchen um ihre Territorien. Die Nahrung der Weddellrobbe besteht hauptsächlich aus Fisch. Tintenfische und andere Wirbellose werden gelegentlich auch genommen. Diese Robben können sehr tief tauchen, und ihre Augen sind besonders an geringe Lichtstärken unter Wasser angepaßt.

Die beiden verbleibenden Robbenarten, die man in der

Antarktis zu Gesicht bekommen kann, sind nicht ausschließlich antarktisch; ihr Hauptverbreitungsgebiet ist die Subantarktis. Die eindrucksvollste Art ist der Südliche See-Elefant (*Mirounga leonina*), die größte aller Robben: erwachsene Männchen erreichen eine Länge bis zu 4,50 m und ein maximales Gewicht von etwa 4 t. Die Männchen sind viel größer als die Weibchen, und während der Fortpflanzungszeit von September bis November halten sie sich einen Harem mit bis zu 70 Weibchen. Die See-Elefanten pflanzen sich vorwiegend auf den subantarktischen Inseln fort, insbesondere Süd-Georgien, Kerguelen, Heard und Macquarie, aber während der Zeit des Haarwechsels, von Dezember bis März, kommen sie auch viel weiter südlich an Land. Große Mengen von See-Elefanten leben heute auf den Süd-Orkney- und den Süd-Shetland-Inseln. See-Elefanten ernähren sich vorwiegend von Fischen und Tintenfischen. Sie fangen wahrscheinlich einen Teil ihrer Nahrung in großen Wassertiefen.

Die Antarktische Pelzrobbe (*Arctocephalus gazella*) ist keine Hundsrobbe wie die anderen beschriebenen Arten, sondern sie gehört in die Gruppe der Ohrenrobben, der z. B. auch die Seelöwen angehören. Die Antarktische Pelzrobbe wurde seit Ende des 18. Jahrhunderts durch Pelzjäger stark verfolgt; die gesamte Population wurde bis auf wenige tausend Stück abgeschlachtet, und an einigen Stellen, wie z. B. den Süd-Shetland-Inseln, waren sie zeitweilig ausgerottet. Seit Anfang unseres Jahrhunderts sind die Pelzrobben geschützt, und ihre Bestände haben sich von einem Populationszentrum auf Süd-Georgien ausgehend wieder bemerkenswert gut erholt. Hier haben die Robben jährlich um etwa 17 % zugenommen, so daß sich die Population innerhalb von fünf Fortpflanzungsperioden verdoppelte. Als Ergebnis dieser Bevölkerungsexplosion werden die Pelzrobben nun wieder auf vielen Inselgruppen der Subantarktis beobachtet, einschließlich der Süd-Sandwich-, Süd-Orkney- und Süd-Shetland-Inseln. Die Robben, die man abseits der Kolonien sieht, sind meist Jungtiere oder sich nicht vermehrende erwachsene Männchen. Die Pelzrobben bringen ihre Jungen im Dezember in dichten

Kolonien zur Welt. Das Männchen beansprucht ein Territorium und verteidigt energisch seinen Harem. Die Nahrung besteht aus Krill und kleineren Mengen von Fisch und Tintenfisch.

Wale

Die Zeiten, in denen die großen Wale in der Antarktis noch zahlreich waren, sind vorbei. Obwohl alle Arten zahlenmäßig stark reduziert worden sind, ist bisher noch keine Art ausgestorben, und man kann immer noch gelegentlich das Glück haben, den größten aller Wale zu sehen, den Blauwal (*Balaenoptera musculus*), sowie den Finnwal (*B. physalus*). Es ist nicht einfach, die verschiedenen Arten der Gattung *Balaenoptera* vom Schiff aus zu unterscheiden. Die kleinste Art, der Zwerg- oder Minkewal (*B. acutorostrata*), ist normalerweise wegen seiner geringen Größe (weniger als 7,6 m lang) und seiner Angewohnheit, sich Schiffen zu nähern, kaum zu verwechseln. Der Seiwal (*B. borealis*) dagegen kann von ungebildeten Beobachtern leicht für einen Finn- oder sogar Blauwal gehalten werden. Der langsam schwimmende Buckelwal (*Megaptera novaeangliae*) mit seinen knotigen Flossen und dem gekrümmten Rücken kommt gelegentlich ziemlich nahe an die antarktischen Küsten. Der Südliche Glattwal oder Südkaper (*Eubalaena glacialis*) wird gelegentlich um Süd-Georgien gesichtet, er dringt aber selten in polare Gewässer vor.

Alle diese Wale ernähren sich von Plankton, das sie mit ihren Barten – das sind vom Oberkiefer herabhängende Hornplatten – aus dem Oberflächenwasser des Meeres herausfiltern, und der bei weitem wichtigste Bestandteil ihrer Nahrung ist der Krill. Trotzdem gibt es Unterschiede hinsichtlich der Nahrungsauswahl: die Seiwale mit ihren feineren Barten fressen erhebliche Mengen von Copepoden, vor allem im nördlichen Teil ihrer antarktischen Verbreitung; Blauwale bevorzugen den einjährigen Krill mit einer Länge von 20 bis 30 mm; Finnwale nehmen meist den zweijährigen Krill, der 30 bis 40 mm lang ist; Glattwale schlucken nicht große Planktonmengen hinunter, wie es die anderen Wale tun, sondern ernähren sich

durch ein kontinuierliches Abfiltern des Planktons im Oberflächenwasser.

Über die Zahnwale der Antarktis ist viel weniger bekannt. Eine Ausnahme ist der Pottwal (*Physeter catodon*). Die Pottwale, die man in der Antarktis sieht, sind ausschließlich ausgewachsene Männchen. Wegen ihrer polygamen Familienstruktur entsteht in den Fortpflanzungsgebieten ein Überschuß an Männchen, von denen einige in die antarktischen Gewässer abwandern; dort ernähren sie sich von Tintenfischen. Der wohl auffallendste Zahnwal des Südlichen Ozeans ist der Schwert- oder Killerwal (*Orcinus orca*). Man sieht ihn gewöhnlich in kleinen Gruppen, und die erwachsenen Männchen können leicht an der sehr langen Rückenflosse erkannt werden. Schwertwale leben räuberisch von einer Vielzahl von Tieren, einschließlich der Robben. Zwei Schnabelwalarten können ebenfalls häufiger beobachtet werden, *Hyperoodon planifrons* (Entenwal) und *Berardius arnuxii*, über deren Biologie jedoch fast nichts bekannt ist. Eine Reihe weiterer kleiner Zahnwalarten wurde in der Antarktis gesichtet, und einige Tiere von ihnen wurden für wissenschaftliche Untersuchungen gesammelt.

VÖGEL

In jedem Frühjahr erwachen die Küsten Antarktikas mit der Rückkehr von Millionen von Vögeln, die sich hier zum Brüten einfinden. Die Ankunft setzt dem langen, dunklen Polarwinter ein dramatisches Ende. Zuerst kommen die Adeliepinguine an, die oft bis zu 50 km über das Meereis zu ihren Brutplätzen marschiert sind. Bald danach kommen die Sturmvögel und Skuas von See her eingeflogen. Die meisten Brutvögel kehren zur selben Brutstätte und zum selben Partner zurück. Wenn es notwendig ist, werden vor Beginn der Brutsaison die Brutplätze schneefrei gekratzt. Die Zahl der Brutvögel entlang der Felsküste und auf den Inseln ist mit 100 Millionen oder mehr Individuen enorm hoch. Die meisten davon sind Adeliepinguine. Die übrige Vogelfauna besteht aus drei weiteren Pinguinarten, mehreren Sturmvogelarten, einer Skua-, einer Möwen- und einer Seeschwalbenart.

Auch die subantarktischen Inseln im Norden werden im Frühjahr von Seevögeln bevölkert. Obwohl es sich im allgemeinen um andere Arten als auf dem Kontinent handelt, sind sie doch nahe verwandt und setzen sich aus Pinguinen, Sturmvögeln und Skuas zusammen. Diese Inseln sind auch die Heimat der Albatrosse, der größten, auffallendsten und vielleicht der schönsten aller Seevögel.

Während sich große Ansammlungen von Vögeln im Sommer an Land aufhalten, können große Mengen von jungen, subadulten und nichtbrütenden Vögeln im Gesamtbereich des Südpolarmeeres, weit umherschweifend auf der Suche nach Nahrung, beobachtet werden. Diese Vögel auf See zu beobachten, ist eine der wenigen Freuden langer Seereisen bei starken Winden und rauher See.

Die Antarktis hat, verglichen mit anderen Kontinenten, sehr wenig Brutvogelarten. Auch wenn man die subantarktischen Arten dazuzählt, sind es nur wenig mehr als 40; in Afrika, Südamerika und Australien sind es zusammengenommen mehrere Tausend.

Echte terrestrische Vögel gibt es auf dem antarktischen Konti-

nent nicht, und nur zwei Enten-, zwei Scheidenschnabel- und eine Pieperart haben einige der subantarktischen Inseln erfolgreich besiedelt.

Seevögel waren erfolgreicher bei der Besiedelung der antarktischen Region. Sie entwickelten in langer Evolution physiologische und anatomische Anpassungen an das Leben im Meer, die ihnen bei der Eroberung der Antarktis zustatten kamen. Seevögel besitzen Vorkehrungen zur Wärmeisolation des Körpers (z. B. ein spezielles wasserfestes Federkleid, eine isolierende Fettschicht in der Unterhaut, große Körpergröße, kompakte Körperform und das Fehlen nackter Hautstellen), die es ihnen ermöglichen, weit ins Südpolarmeer vorzudringen und Brutkolonien auf den Inseln und dem Kontinent zu gründen. Nahrung ist in den eisfreien Gebieten jederzeit für sie in Form von marinem Zooplankton, Tintenfischen und Fisch erreichbar. Dagegen fehlt es auf dem antarktischen Kontinent an Nahrung für terrestrische Arten, selbst wenn sie in der Lage wären, die Härte des antarktischen Winters zu überstehen. Die meisten Vögel sind daher bezüglich ihrer Ernährung völlig vom Meer abhängig. Einige verbringen ihre ersten Lebensjahre auf der See, ohne jemals Land zu sehen, insbesondere die Albatrosse und Sturmvögel, andere gehen gelegentlich an Land. Seevögel sind in der Antarktis so häufig, und sie fressen solche Mengen, daß sie zusammen mit Robben und Walen wichtige Endglieder der marinen Nahrungskette sind.

Die antarktischen Vogelarten können in fünf Ordnungen eingeteilt werden. Die Ordnung der Sturmvögel (Procellariiformes) enthält die größte Artenzahl. Hierher gehören: Albatrosse, Sturmvögel, Sturmtaucher, Sturmschwalben, Entensturmvögel (Walvögel) und Lummensturmvögel. Die Sturmvögel sind eine vielfältige Gruppe, aber als gemeinsames Merkmal besitzen sie röhrenartige Nasengänge auf dem Oberschnabel. Ihre Größe variiert zwischen dem Wanderalbatros mit einer Flügelspannweite von etwa 3 m und der kleinen Buntfuß-Sturmschwalbe (Wilson's Storm Petrel), die 35 g wiegt und eine Spannweite von 40 cm hat. Alle Arten sind

marin und an das Leben auf und an der See angepaßt. An Land können die meisten Arten kaum laufen, und sie kommen gewöhnlich nur während der Brutzeit dorthin. Die kleineren Arten ernähren sich von Zooplankton einschließlich Krill, und die größeren Arten (Albatrosse und einige Sturmvögel) verzehren große Mengen von Tintenfischen, Fischen und Krebsen. Die Riesensturmvögel fressen an Land auch Aas. Sie und viele andere Arten (Albatrosse, Kapsturmvögel, Sturmschwalben) nehmen auch organische Abfälle auf, die von den Schiffen ins Meer geworfen werden. Die meisten antarktischen Arten brüten jedes Jahr und legen ein einziges, meist sehr großes Ei. Die Königspinguine und einige Albatrosse brüten weniger häufig; sie haben die niedrigste Fortpflanzungsrate aller Vögel. Die Pinguine (Ordnung Sphenisciformes) sind am besten bekannt, sie sind auch die zahlreichsten aller antarktischen Vögel. Ihr Gesamtgewicht macht etwa 85 % der Biomasse aller antarktischen Vögel aus, weit über die Hälfte wird von den Adeliepinguinen gestellt. Pinguine sind untersetzte, flugunfähige Vögel, ihre Flügel sind zu Flossen umgewandelt, mit denen sie sich im Wasser vorwärtstreiben. An Land gehen sie meist aufrecht, mit watschelndem Gang oder in kurzen Hüpfen, manchmal rutschen sie auch auf dem Bauch über Eis- und Schneeflächen. Die meisten Pinguine messen stehend 60 bis 70 cm, aber der Kaiserpinguin wird etwa 1 m groß und wiegt bis zu 41 kg. Sie nisten in großen, dichten Kolonien von manchmal 100 000 oder mehr Vögeln. Der Anblick, Geruch und Lärm solch einer Kolonie ist unvergeßlich. Die meisten Pinguine bauen Steinnester, in denen sie ein bis zwei Eier ausbrüten. Der Kaiserpinguin dagegen ist einmalig unter den antarktischen Vögeln: er brütet im Winter in fast ständiger Dunkelheit und unter den härtesten Wetterbedingungen nahe der Küste auf dem Meereis und in einer Kolonie an der Basis der Antarktischen Halbinsel. Die Pinguine bauen kein Nest und verteidigen auch kein festes Territorium. Statt dessen brütet das Männchen das Ei auf seinen Füßen aus und bewegt sich nach Belieben in der Kolonie. Bei sehr großer Kälte drängen sich die brütenden

Vögel eng zusammen, um den Wärmeverlust zu verringern. Die Küken verlassen die Kolonien im Frühjahr, während sie sich noch in der Mauser befinden, und werden auf den abgebrochenen Packeissschollen auf See hinausgetrieben. Wie auch die größeren Sturmvögel brüten die Pinguine erst, wenn sie einige Jahre alt sind, und viele leben 30 bis 40 Jahre lang. Die übrigen Vogelgruppen ernähren sich nahe der Küste im Meer oder sie suchen ihre Nahrung im Spülsaum. Die zwei Kormoranarten (Ordnung Pelecaniformes), die Blauaugenscharbe und die Kerguelenscharbe, sind fischfressende Vögel und jagen ihre Beute unter Wasser. Sie sind keine guten Flieger und bleiben meist dicht an der Küste. Ihre Küken, gewöhnlich 2 bis 4, sind beim Schlüpfen nackt und werden bis zum Erscheinen der dunklen Daunen sorgfältig bebrütet.

Die Möwen, Seeschwalben, Skuas und Scheidenschnäbel gehören alle in die Ordnung der Charadriiformes. Die Antarktische Raubmöwe (South Polar Skua) brütet rings um den antarktischen Kontinent, während die Südliche Skua (Brown Skua) weiter nördlich auf den subantarktischen Inseln ihre Brutplätze hat. Beide ernähren sich von marinen Organismen und von Aas, wenn dies zur Verfügung steht. Die Dominikanermöwe und die Antarktische Seeschwalbe (auch Antipoden- oder Gabelschwanz-Seeschwalbe genannt) brüten entlang der Küste und auf den davorliegenden Inseln am nördlichen Ende der Antarktischen Halbinsel sowie auf den subantarktischen Inseln. Diese Arten suchen ihre Nahrung im Sommer entlang der Küsten, sind aber im Winter weiter verbreitet. Die Küstenseeschwalbe (Arctic Tern) wandert jedes Jahr von der Arktis in die Antarktis. Die Scheidenschnäbel bleiben während des Südsommers meist an Land. Diese neugierigen, völlig weißen Vögel haben beim Gehen und Fliegen eine entfernte Ähnlichkeit mit Tauben, sind aber mit diesen nicht verwandt. Ihre Füße haben, im Gegensatz zu anderen antarktischen Vögeln, nur rudimentäre Schwimmhäute. Sie ernähren sich hauptsächlich von Aas und marinen Organismen, die sie entlang der Küste finden. Gelegentlich nehmen sie Pinguineier und -küken.

Schutz der antarktischen Vögel

Antarktika und die subantarktischen Inseln sind seit langer Zeit von den anderen Kontinenten getrennt, und die Vögel, die diese Regionen besiedelt haben, hatten keine terrestrischen Feinde zu fürchten. Die meisten sind erstaunlich zahm und lassen sich aus nächster Nähe beobachten und studieren. Das gemeinsame Nisten in Kolonien macht diese Vögel außerordentlich anfällig gegenüber menschlichen Einflüssen. Nistende Vögel, sogar Pinguine in dichten Kolonien, können sehr leicht gestört werden und verlassen dann ihr Nest. Dadurch wird die Ordnung in der Kolonie gestört; Kämpfe und das Aufdecken der Eier und Küken führen zu verstärktem Raub durch Skuas und andere natürliche Feinde. Riesenturmvögel, Möwen und Seeschwalben lassen sich ebenfalls sehr leicht durch den Menschen stören.

Der Mensch hat schon erheblichen Schaden in den Vogelpopulationen der subantarktischen Inseln angerichtet. Um die Jahrhundertwende wurden Pinguine zu Millionen wegen ihres Öls geschlachtet, und andere Vögel wurden wegen ihrer Federn erbeutet. Zur selben Zeit wurden fremde Tiere eingeführt, von denen einige verwilderten, so daß nun verwilderte Katzen und Ratten neue Feinde für diese Bodenbrüter darstellen. Ziegen und Schafe haben die Vegetation zerstört oder verändert und eine Bodenerosion bewirkt, wodurch den in Bodenhöhlen nistenden Vögeln ihre Brutplätze entzogen werden. Glücklicherweise konnten sich auf dem antarktischen Kontinent bisher noch keine eingeführten Raubtiere halten.

LEBEN AUF DEM KONTINENT UND DEN INSELN

Das Leben an Land in der Antarktis ist völlig anders als in den meisten anderen Regionen der Welt: die Vegetation setzt sich fast ausschließlich aus flachwachsenden Moosen und Flechten zusammen, und es gibt keine Wirbeltiere (außer Vögeln und Robben, die ihre Nahrung aus dem Meer holen). Sogar die subantarktischen Inseln mit ihrem weniger strengen Klima besitzen nur eine sehr begrenzte tundra-ähnliche Vegetation mit niedrigwachsenden Blütenpflanzen und buschigen Farne. Bäume fehlen gänzlich in der Subantarktis. Hier sind außer den wenigen Landvögeln nur Wirbellose heimisch.

Der terrestrische Lebensraum

Zwei Hauptfaktoren waren für die einfache Flora und Fauna verantwortlich. Durch die Abtrennung der antarktischen und subantarktischen Regionen von den anderen Landmassen entstand eine Seebarriere, die das Einwandern von Tieren und Pflanzen verhinderte, und noch vor 10 000 Jahren war die Region noch stärker vereist und noch unwirtlicher. Der zweite Faktor ist das rauhe Klima, vor allem der kalte Sommer, in dem sich nur die widerstandsfähigsten Pflanzen ausbreiten können. Wenn Wirbeltiere hierherkämen, wäre die langsam wachsende Vegetation nicht in der Lage, die Pflanzenfresser zu ernähren, und als Folge davon könnten auch keine Raubtiere überleben; Seevögel und Robben wären wegen ihres Wanderverhaltens nur während eines Teils des Jahres für Raubtiere als Nahrung verfügbar.

Das antarktische terrestrische Leben ist, bis auf einige im Schnee lebende Bakterien und Algen, auf die Gegenden begrenzt, die während weniger Monate im Sommer schneefrei werden. Solche Landstriche befinden sich meist in Küstengebieten und auf den vorgelagerten Inseln, wo die wärmenden Einflüsse des nahen Ozeans etwas freundlichere Bedingungen schaffen; dieses trifft auch für die mehr alpinen subantarktischen Inseln zu. In vielen, durchaus geeigneten

Gebieten kann sich wegen der dichten Pinguin- oder Robbenkolonien keine Vegetation halten.

Im Sommer wachsen die Pflanzen nur während einiger Wochen, sie benötigen dazu regelmäßig Wasser und die darin gelösten Nährstoffe. Durch die wärmende Sonneneinstrahlung können die Temperaturen am Boden manchmal 20 °C erreichen, auch wenn die Lufttemperatur unter dem Gefrierpunkt liegt. Dadurch entsteht ein relativ günstiges Klima für Pflanzen und Wirbellose. Andererseits können antarktische Landpflanzen und wirbellose Tiere oft lange Trocken- und Schneeperioden überstehen, und viele Pflanzen sind auch in der Lage, die Atmung und Photosynthese unter 0 °C fortzuführen, solange sie noch nicht festgefroren sind.

Die Verbreitung und das Bestehen von Pflanzengemeinschaften wird auch durch die Instabilität des Untergrundes begrenzt, die durch Frostbrüche und die Bewegungen des Bodens über den Permafrost bedingt ist. Auch werden Böden, die Wind und Austrocknung ausgesetzt sind, nur spärlich besiedelt. Überall wo Vegetation ist, findet man auch wirbellose Tiere, die jedoch sehr unauffällig sind; dabei haben die feuchten Standorte die größte Arten- und Individuenzahl. Einige Wirbellose verstecken sich auch unter Steinen und in Felsspalten in relativer Geborgenheit und Wärme.

Landpflanzen

Trotz der weiten Trennung der subantarktischen Inseln ist deren Vegetation weitgehend ähnlich. Typisch ist an der Küste ein Saum aus langem Tussok-Gras (*Poa* spp.), das oft von Robben und Vögeln aufgesucht wird; auf Süd-Georgien erreichen diese Pflanzen eine Höhe von 2 m. In feuchten Sümpfen und Mooren dominieren kurze Binsen, Moose und Leberwurz, durch die in den vergangenen 10 000 Jahren Bodenablagerungen von mehreren Metern Mächtigkeit entstanden. Trockenere und flachere Böden sind meist von Gras bedeckt und haben an den freien Stellen einen hohen Anteil von Moosen und Flechten. Geschützte Berghänge sind oft

bedeckt mit Pimpinelle, einer flachen, buschähnlichen Holzpflanze, deren Früchte als Kletten ausgebildet sind. Windige Bergkämme, Ebenen und höher gelegene Gegenden haben eine spärliche Bodenvegetation aus Moosen, Flechten und vereinzelt Büscheln kurzer Gräser sowie kompakter, bodenbedeckender Pflanzenkissen. Felsvorsprünge, Spalten und nasse Felsen sind Standorte für eine Reihe von Moosen, Leberwurz, Flechten und gelegentlich auch Farnen. Auf den subantarktischen Inseln des Indischen Ozeans wächst der großblättrige Kerguelen-Kohl (*Pringlea antiscorbutica*) auf geschützten Hängen zwischen anderen kleinen Pflanzen. Ein ähnlicher Kohl (*Stilbocarpa polaris*) kommt auf der Macquarie-Insel vor.

Weiter im Süden, in der marinen antarktischen Region der Süd-Sandwich-, Süd-Orkney- und Süd-Shetland-Inseln sowie westlich der Antarktischen Halbinsel bei 68° S kommen nur noch zwei Blütenpflanzen in wenigen Gebieten vor, nämlich das antarktische Wollgras (*Deschampsia antarctica*) und der antarktische Perlwurz (*Colobanthus quitensis*). Oft wachsen sie gemeinsam auf feuchten, sonnigen und geschützten Hängen nahe der Küste. Die vorherrschende antarktische Vegetation besteht jedoch aus Moosen und Flechten. In feuchteren Gegenden dominieren Moose in niedrigen Matten und Teppichen, während auf gut entwässerten Berghängen höherwachsende Torfmoose gedeihen, durch die sich Wälle aus gefrorener Erde bis zu 2 m Mächtigkeit angesammelt haben. Einige Leberwurz- und Pilzarten wachsen ebenfalls in den feuchteren Moosgemeinschaften. Auf trockeneren Standorten bilden Mooskissen, blättrige und krustenförmige Flechten ein unregelmäßiges, farbenprächtiges Muster; die Flechten bevorzugen dabei die windigeren Standorte. In und um Pinguinkolonien, wo der Boden ständig festgetreten wird, kann wegen der hohen Phosphat- und Stickstoffanreicherungen durch den Kot nur noch die blättrige Grünalge (*Prasiola crista*) überleben. Die Küstenfelsen, die eine stetige Düngung durch Gischte oder die Exkremente der Seevögel erhalten, sind im typischen Fall auf weiten Flächen mit lebhaft roten, orangefarbenen oder

gelben Flechten bedeckt, die sich von den eintönigen Farben anderer Arten auf weniger fruchtbaren Standorten abheben. Die kontinentalen Küstengegenden der Antarktis haben einen spärlichen Pflanzenbewuchs wegen der viel trockeneren Luft, der unregelmäßigen Verfügbarkeit von Schmelzwasser und Regen und wegen der strengen Winde. Jedoch überall dort, wo etwas Deckung vorhanden ist, findet man auch kleine Ansammlungen von Mooskissen oder Flechten. Ein paar Arten werden auch einige hundert Kilometer im Inland gefunden, besonders in der Nähe von Kolonien des Schneesturmvogels oder des Weißflügelsturmvogels (auch Antarktissturmvogel genannt).

Landtiere

In Gegenden mit extremen Lebensbedingungen setzt sich die Fauna aus wenigen Arten zusammen, die jedoch in großer Individuenzahl auftreten können. Auf den subantarktischen Inseln gibt es einige einheimische Landvögel – zwei Entenarten und ein Pieper auf Süd-Georgien und eine Entenart auf den Kerguelen. Alle Säugetiere, wie Rentiere, Kaninchen, Ratten und Mäuse, wurden durch den Menschen eingeführt oder eingeschleppt. Auf diesen Inseln lebt eine Reihe auffälliger Wirbelloser, die in der Vegetation Nahrung, Feuchtigkeit, Deckung und Wärme finden. Fliegen und Mücken sieht man durch die Luft schwirren, und auf einigen Inseln gibt es auch kleine Motten. Käfer, die größten einheimischen Wirbellosen im Südpolargebiet, sowie Spinnen, Milben und Springschwänze sind ebenfalls häufig. Es gibt auch einige Regenwürmer- und Schneckenarten. Viele mikroskopisch kleine Tiere leben in dem an den Pflanzen haftenden Wasserfilm, besonders an Moosen oder in den feuchten Böden.

Je weiter man nach Süden kommt, desto einförmiger wird die Landfauna. Springschwänze, nicht länger als 2 mm, und Milben leben in großer Zahl zwischen den Moosen und Flechten und unter Steinen, besonders in der Nähe von Pinguin- und Sturmvogelkolonien. Eine Milbenart wurde nur wenige hun-

dert Kilometer vom Südpol entfernt gefunden. Einzelne Arten flügelloser Mücken kommen auf der Antarktischen Halbinsel vor, und eine geflügelte Art ist auf einigen der Süd-Shetland-Inseln heimisch. Die restliche Fauna setzt sich aus mikroskopisch kleinen Einzellern und etwas größeren Fadenwürmern, Rädertierchen und Bärtierchen zusammen, die in den feuchteren Moosen und Böden leben.

Die drei auf einigen der subantarktischen Inseln lebenden Entenarten ernähren sich vorwiegend von Süßwasseralgeln; sie fressen auch die Moose und Blütenpflanzen an den Seeufern sowie Krebse aus Binnenseen und dem Meer. Die Nahrung der Pieper besteht hauptsächlich aus Insekten, Spinnen und Samen; im Winter sammeln sie sich zu kleinen Gruppen und ernähren sich wahrscheinlich von marinen Wirbellosen an der Küste. Der omnivore Scheidenschnabel der subantarktischen und antarktischen Küstenregion frißt vorwiegend Aas, das er am Meerufer oder in Pinguinkolonien findet.

Der Einfluß des Menschen auf den terrestrischen Lebensraum

Die subantarktischen Inseln werden seit über 200 Jahren regelmäßig vom Menschen besucht. Durch Robbenschlag und Walfang entstanden auf verschiedenen Inseln Siedlungen und Verarbeitungsstationen, die bis längstens 1965 arbeiteten. Die menschlichen Einflüsse führten zur weitgehenden Zerstörung der Vegetation in diesen Gegenden, und die Einführung von Haustieren (Schafe, Ziegen, Rinder, Pferde, Schweine, Geflügel, Katzen, Hunde) und die unabsichtlich eingeschleppten Ratten und Mäuse haben zu erheblichen Veränderungen der Vegetation und des Tierlebens geführt. Viele der Haustiere wurden mit mitgebrachtem Futter gefüttert, das Samen von Pflanzen aus gemäßigteren Gegenden enthielt. Auf vielen Inseln kommen daher nun zahlreiche eingeführte Grasarten im Bereich der bestehenden und ehemaligen Siedlungen vor. Nur wenige von ihnen haben sich jedoch an ihre neue Umwelt angepaßt und die einheimische

Vegetation verdrängt oder sich ausgebreitet. Den größten Schaden von allen eingeführten Tieren richten die Rentiere auf Süd-Georgien und den Kerguelen an sowie die Kaninchen auf der Macquarie-Insel und den Kerguelen, weil beide die Vegetation in großen Gebieten zerstört, einige Pflanzenarten ausgerottet und Bodenerosion an Berghängen verursacht haben. Der Bau einiger großer Forschungsstationen in der Antarktis und die Benutzung von Kraftfahrzeugen und Flugzeugen haben zu ernsthaften lokalen Auswirkungen auf die karge Flora und Fauna geführt, und wir wissen noch nicht, welcher Schaden möglicherweise durch Auspuffabgase, Chemikalien, Öl, Müll usw. angerichtet wurde und wird.

Die meisten Probleme entstanden bereits, bevor man sich der Notwendigkeit einer sorgfältigen Kontrolle der Umwelt bewußt wurde. Die antarktische und subantarktische Tundra, ob sie nun reich an Vegetation ist oder scheinbar karg, ist ein sehr empfindliches System. Ausbreitung und Wachstum von Pflanzen und ihrer dazugehörigen Fauna sind außerordentlich langsam, und wenn die Vegetation oder der Boden eines Gebietes erst einmal zerstört ist, wird es sehr viele Jahre dauern, bis sie sich erholen und ihren ursprünglichen Status wieder erreichen; sogar Fußspuren können in einer Moosbank zehn Jahre bestehen bleiben. Die Zersetzung von Abfällen ist sehr langsam, und der Müll bleibt jahrzehntelang liegen und verschandelt die Landschaft.

Wissenschaftler verschiedener Nationen studieren die Beziehungen zwischen den Pflanzen, Tieren und ihrer Umwelt. Die über viele Jahre dauernden wissenschaftlichen Untersuchungen sollen uns auch helfen, die komplexeren Systeme anderswo in der Welt zu verstehen.

SEEN, TEICHE UND TÜMPEL

In der Antarktis gibt es überraschend viele und unterschiedliche Seen, Teiche und Tümpel. Selbst die wärmsten Seen sind jedoch während 8 bis 12 Monaten ein oder zwei Meter dick zugefroren. Die Eisdecke begrenzt die in den See eindringende Lichtmenge und damit auch das Pflanzenwachstum; wo schwebende Algen vorkommen (Phytoplankton), sind sie an niedrige Lichtmengen angepaßt. Sie haben ihre Hauptaktivitätszeit im frühen Frühjahr, wenn die Seen noch eisbedeckt sind.

Fast alle antarktischen Seen sind durch sich zurückziehende Gletscher entstanden, nur wenige durch Erdbewegungen. Die meisten heutigen Süßwasseransammlungen findet man als relativ kurzlebige Teiche in Vertiefungen auf Gletschern und Eisfeldern. Sie enthalten keine Lebewesen. Wenn durch den Rückzug des Eises der Untergrund freigelegt wird, können die herkömmlichen Seen entstehen. Sie enthalten ein besonders reines Wasser, das durch kleine Mengen von Mineralsalzen aus der Meeresgischte und durch Auswaschungen aus den umliegenden Felsen angereichert ist. Am Boden findet sich mitunter ein Belag aus blau-grünen Algen und Diatomeen, und gelegentlich gibt es auch kleine Ruderfußkrebse, z. B. den Copepoden *Pseudoboeckella poppei*. Länger bestehende Seen zeichnen sich durch etwas höhere Nährstoffgehalte im Wasser aus. In diesen oligotrophen Seen können Pflanzen existieren, und durch sie auch Rädertierchen, Bärtierchen und Fadenwürmer, die sich von den Pflanzen oder von abgestorbenen Teilen ernähren. Wenn die Böden solcher Seen nicht durch Eisgang ständig abgehobelt werden, kann sich dort stellenweise ein dichter Belag von blau-grünen Algen und Diatomeen bilden, der sich mitunter über den ganzen Seeboden ausbreitet; auch kann ein üppiges Wachstum von Wassermoosen stattfinden. Bakterien sind besonders in den Bodensedimenten von Bedeutung, wo sie für die Zersetzung und für die Freisetzung von Nährstoffen sorgen. An den Rändern des Sees beobachtet man eine Krabbe,

Branchinecta gaini, den größten Süßwasser-Wirbellosen der Antarktis.

Die Seen und Teiche in der Nähe von Pinguinkolonien und den Liegeplätzen von See-Elefanten und Pelzrobben werden durch die Exkremente dieser Tiere stark mit Nährstoffen angereichert, d. h. das Wasser ist eutrophiert. Das Wasser wird durch die Aktivitäten der Tiere getrübt, die Bodenvegetation wird reduziert oder fehlt, dagegen ist reiches Phytoplanktonwachstum möglich. Wenn die Menge organischen Materials im Teich sehr hoch ist, wird der vorhandene Sauerstoff für den Abbau der toten organischen Materie benötigt; im tiefen Gewässer können dann sauerstofflose Bedingungen entstehen, in denen kein Pflanzenleben mehr bestehen kann. Wenn das Wasser oder der Schlamm aufgewühlt werden, zeigt der Geruch von Schwefelwasserstoff das Vorhandensein von verrottetem organischen Material an. Nur wenige Tiere können in solchen Teichen leben. In den Robbenkuhlen können nur noch Bakterien und Flagellaten existieren.

Interessante Seen gibt es im kontinentalen Inland in eisfreien Gebieten, den sogenannten Trockentälern („Dry Valleys“). Wegen der allgemeinen Dürre in der Antarktis trocknen diese Seen oft aus. In die Seen in Trockentälern fließen oft kleine Mengen von Schmelzwasser, die aus den Felsen ausgewaschene Salze enthalten. Wenn der jährliche Zufluß nur gleich oder geringer ist als der Verlust durch Verdunstung oder die Sublimierung von Eis, wird der See ständig salzhaltiger. In einigen Seen übersteigt der Salzgehalt den des Meerwassers um ein Vielfaches, und die Gefrierpunkte gehen herunter bis auf $-48\text{ }^{\circ}\text{C}$. Salzseen können auch durch die Verdunstung von Meerwasser entstehen, das in Meeresarmen, die von der See abgeschnitten werden, zurückbleibt, wenn durch den Schmelzvorgang die Last des Eises vom Land weggenommen wird und sich dieses langsam hebt. Selbst in sehr salzigem Wasser können einige Algen, Flagellaten und Bakterien überleben. In einigen Seen schwimmt eine Süßwasserschicht über dichterem, salzhaltigem Wasser. Wenn eine dicke Eisdecke auf dem See aufliegt, wird das darunterlie-

gende Wasser von der kalten Luft abgeschirmt und durch die Sonneneinstrahlung und Erdwärme so stark aufgeheizt, daß in der Nähe des Bodens Temperaturen bis 35 °C entstehen können. Der Lake Bonney in Süd-Viktoria-Land ist ein Beispiel dafür. Auf dem Geröllboden des Sees wachsen ausge dehnte Algenmatten. Sie produzieren Gase, die sie schwimm fähig machen. Die Algen verbinden sich zu Knäueln und steigen bis unter das Eis auf. Hier sammeln die Algen die Sonnenwärme und schmelzen sich langsam durch das 3 bis 5 m dicke Eis des Lake Bonney nach oben. Wenn sie die Oberfläche erreichen, trocknen die Algen aus, werden weg geweht und besiedeln manchmal andere Standorte. Lake Bonney war einer der ersten Seen, die auf dem antarktischen Kontinent entdeckt wurden. Scott hat ihn 1903 erforscht und zwei getrennte kleine Becken beschrieben. Während Scotts zweiter Expedition 1912 wurde entdeckt, daß sich die beiden Teile verbunden und sich der See offenbar vergrößert hatte. Auch heute noch wird der Lake Bonney ständig größer, wie auch andere Seen in diesem Trockental-Gebiet.

Ein bemerkenswerter Seetyp kommt auf dem Land in der Nähe des Schelfeises vor. Der Ausfluß ins Meer ist bei diesen Seen durch den Eisschelf abgeschnitten worden, so daß die tieferen Lagen des Sees auf der seewärtigen Seite unter dem Eis mit dem Meer in Verbindung stehen und die Wasserober fläche mit der Tide steigt und fällt. Ständige Eisbedeckung verhindert eine Vermischung der Wasserschichten durch windverursachte Turbulenz. In solchen Seen kann eine Süß wassergemeinschaft in den oberen Schichten eine marine Gemeinschaft überlagern.

Kroner Lake auf Deception Island war ein bekannter vulkani scher See in der Antarktis, aber er verschwand 1969 durch einen Vulkanausbruch, und neue Seen sind inzwischen ent standen. Kroner Lake wurde durch die Vulkantätigkeit ständig aufgeheizt und fror im Winter nie völlig zu; maximale Tempe raturen von 10 °C wurden gemessen. Er enthielt eine Ge meinschaft von Bakterien, Pilzen und Algen.

In den subantarktischen Gebieten frieren die Seen und Teiche



Krabbenfresserrobbe (Photo: Drescher)

Krill (Photo: Kils)



jedes Jahr nur für wenige Wochen zu. Eisgang ist minimal, und die Gewässer sind umgeben von einem Vegetationsring, bestehend aus Schilf, Gräsern und dem antarktischen Hahnenfuß. Reine aquatische Gefäßpflanzen, wie der Sternwurz, besiedeln die Flachwasserzonen, und Moose und Algen breiten sich im tieferen Wasser aus. Das Phytoplankton wird durch Algen gebildet. Die Süßwasserfauna ist in der Subantarktis vielfältiger und enthält zusätzlich zu antarktischen Formen Käfer- und Fliegenlarven. Es gibt jedoch keine einheimischen Süßwasserfische oder Amphibien.

NATURSCHUTZ IN DER ANTARKTIS

Die Notwendigkeit des Naturschutzes wird wahrscheinlich heute besser erkannt als jemals zuvor. Der Druck der wachsenden menschlichen Population auf die Umwelt hat das allgemeine Bewußtsein für den Wert einer unverdorbenen Natur gestärkt. Die letzte verbliebene, ausgedehnte Wildnis ist die Antarktis. Früher war der Kontinent durch seine Ablegenheit und Unerreichbarkeit geschützt, heute ermöglicht der technische Fortschritt einer immer größeren Zahl von Besuchern, in ihn einzudringen. Einige kommen als Mitglieder wissenschaftlicher Expeditionen, andere als Touristen, die eine in ihrer Landschaft, Tier- und Pflanzenwelt einmalige Region kennenlernen wollen. Die meisten, wenn nicht alle, werden ihren Aufenthalt in der Antarktis danach bemessen, wie sie die Natur in ihrer einfachsten und ergreifendsten Form erlebt haben. Für diejenigen, die die Wildnis suchen und nicht zerstören wollen, sind einige Einschränkungen notwendig, die auf dem Verstehen des Ökosystems und dem Respekt vor seinen Bestandteilen beruhen. Denn das Leben in der Antarktis spielt sich in einem der härtesten Lebensräume der Welt ab, eingezwängt in seine natürlichen Begrenzungen, und jeder zusätzliche, vom Menschen eingebrachte Streß kann sich verheerend für Teile des Ökosystems auswirken.

Die Antarktis ist nicht völlig unverdorben und ursprünglich, auch wenn uns das im Vergleich zu allen anderen Regionen der Welt so erscheint. Der Einfluß des Menschen ist am auffälligsten an den verstreuten wissenschaftlichen Stationen und an den Orten, an denen intensiv geforscht wird. Der Bau und der Betrieb der Stationen, einschließlich der damit verbundenen Probleme der Abfallbeseitigung, der Energieerzeugung, des Transports und der Versorgung, stellt eine deutliche Bedrohung der Natur und des ästhetischen Wertes der Umwelt dar. Der Einfluß ist lokal begrenzt und erscheint klein im Vergleich zum gesamten antarktischen Kontinent. Der Einfluß ist jedoch von größerer Bedeutung als es der Größenvergleich mit dem gesamten Gebiet vermuten läßt, weil die



Mausernde Adellepinguine (Photo: Hempel)

Süd-Georgien: Königspinguine und See-Elefanten im Tussok-Gras (Photo: Hempel)



meisten Stationen auf den wenigen felsigen Standorten an der Küste gebaut wurden, wo auch die Bedingungen für die Vegetation und Tierwelt am günstigsten sind.

Weniger augenfällig, aber ökologisch einschneidender sind die Veränderungen, die durch die Ausbeutungen in der Vergangenheit hervorgerufen wurden. Auf der Suche nach Pelzrobber wurden im 19. Jahrhundert die Strände der Süd-Shetland-Inseln leergefegt, und ein Jahrhundert später hat die Walfangindustrie die Bestände der großen Wale fast ausgerottet. Hiermit hängen andere verborgene oder bis jetzt nur vermutete Veränderungen zusammen, die nur durch den Vergleich mit früheren Darstellungen beurteilt werden können. Zum Beispiel wird die Krabbenfresserrobbe heute anscheinend zeitiger geschlechtsreif als in vergangenen Jahrzehnten. Dies kann die Populationsdynamik und somit die Gesamtzahl dieser häufigsten Robbe der Erde beeinflussen. Diese Veränderung ist möglicherweise Teil der komplexen Neuanpassung der vielen vom Krill abhängigen Nahrungskettenglieder als Folge der Dezimierung der antarktischen Bartenwale. Die Verschmutzung der Umwelt mit Schadstoffen ist eine weitere, schwer erkennbare und relativ neue Erscheinung, die weitreichende Folgen haben kann. Der Schnee, der auf die Antarktis fällt, und die Ozeane enthalten schon geringe Mengen von durch den Menschen hergestellten Chemikalien, die schließlich in den Körpern mariner Organismen, wie Pinguinen und Robben, konzentriert werden.

Viele Besucher sind überrascht, daß sie Vegetation auf dem Land an den antarktischen Küsten finden. Die tiefen, üppigen Moosbänke und die leuchtend gelben und roten Felsflechten haben sich in dem Land gegen Felsen und Schnee behauptet. Es wird oft nicht bedacht, daß diese Pflanzen außerordentlich langsam wachsen und die Narben menschlicher Fußabdrücke und des Sammelns von Andenken über Jahrzehnte bestehenbleiben können.

Die Zutraulichkeit der Pinguine und anderer Seevögel ist eine weitere große Attraktion der Region. Aber nicht alle Individuen vertragen die dichte Annäherung. In jeder Kolonie werden

einige ihre Eier oder Jungen verlassen, und die Skuas, die von ihnen leben, stoßen schnell auf sie herab. Auch zertreten aufgeregte Pinguine oft ihre eigenen Eier. Sogar scheinbar unempfindliche Kolonienmitglieder können nachhaltig beunruhigt werden. Das wirkt sich in einer unnötigen Belastung ihrer Energiereserven aus, die nur durch ausgedehnte Nahrungssuche auf See wieder aufgebaut werden können. Große Störungen können zum Ausfall des Nachwuchses und zum Rückgang der Populationen führen.

Obwohl sich dieses Büchlein hauptsächlich mit den lebenden Organismen und Systemen befaßt, sollen auch einige andere Besonderheiten der Antarktis erwähnt werden, die leicht durch Menschen beeinträchtigt werden können. Auf den wenigen Stellen der Antarktis, die für einige Zeit des Jahres schnee- und eisfrei sind, gibt es Felsen, Versteinerungen, Achate, Drusen oder andere attraktive Kostbarkeiten. Der Besucher mag den Wunsch haben, Mineralien zu sammeln und als Erinnerungsstücke mit nach Hause zu nehmen. Dieser Sammeleifer kann jedoch der Wissenschaft schaden. Der Vorrat dieser Proben ist immer begrenzt, und auch, wenn sie scheinbar häufig sind, gibt es für die, die weggenommen worden sind, keinen Ersatz. Insbesondere Fossilien (Versteinerungen) sind wichtig für das Verständnis der Geschichte der Antarktis und der anderen südlichen Kontinente sowie der Evolution der Pflanzen und Tiere. Eine nach Hause mitgenommene Versteinerung ist meist für die Wissenschaft verloren. Ähnliche Überlegungen treffen auch für die merkwürdig geformten Felsen zu, die vom antarktischen Wind in Tausenden von Jahren geschaffen wurden, sog. Ventifakte, und für den Strukturboden („patterned ground“), einer besonderen Bodenformation, die durch den Wechsel zwischen Gefrieren und Tauen entstanden ist. Wenn ein Ventifakt weggenommen oder der „patterned ground“ zerstört wird, kann es viele Tausend Jahre bis zur Wiederherstellung dauern, falls dies überhaupt geschieht.

Erste Versuche, im Rahmen des Antarktis-Vertrages ein abgestimmtes System für den Naturschutz in der Antarktis zu

schaffen, waren die „Vereinbarten Maßnahmen zum Schutz der antarktischen Flora und Fauna“. Diese Maßnahmen enthalten – um in der Sprache der Naturschützer zu sprechen – einen Managementplan für die Antarktis. In ihm sind Verhaltensmaßregeln festgelegt, die helfen sollen, das antarktische Ökosystem zu erhalten. Besonders geschützte Arten werden benannt, und besondere Gebiete, in denen menschliche Aktivitäten eingeschränkt sind, werden ausgewiesen. Die vereinbarten Maßnahmen verbieten auch das Einführen von nicht-heimischen Tieren und Pflanzen.

Bürger der Staaten, die den Antarktis-Vertrag ratifiziert haben, sind gesetzlich an die vereinbarten Maßnahmen gebunden (also auch Deutsche aus der Bundesrepublik und der DDR). Die Informationen und die Ratschläge in diesem Büchlein fußen auf den vereinbarten Maßnahmen. Die Besucher Antarktikas können, indem sie ihren gesunden Menschenverstand benutzen und danach handeln, einen wichtigen Beitrag zum Naturschutz auf diesem Kontinent leisten und auf diese Weise die Schädigung des Lebensraumes mit seiner Tier- und Pflanzenwelt verhindern.

Besucher sollten unbedingt folgende Punkte berücksichtigen:

1. Denken Sie bitte daran, daß die Vegetation sehr empfindlich ist und nur sehr langsam wächst. **Vermeiden Sie es, über Moosbänke und mit Flechten bewachsene Geröllhänge zu gehen.**
2. **Sammeln Sie bitte keine Flechten oder Moosbüschel. Die besten Souvenirs aus der Antarktis sind Erinnerungen und Photographien.**
3. **Sammeln Sie bitte keine Versteinerungen, andere interessante Gesteinsproben, und zerstören Sie nicht die Muster des Strukturbodens.** Denken Sie daran, daß diese Besonderheiten unersetzbar sind für die Dauer der menschlichen Zeitrechnung.
4. **Stören Sie bitte keine Brutkolonie. Bleiben Sie bitte außerhalb der Kolonie und beobachten Sie aus der Distanz.**

5. **Stören Sie bitte keine schlafenden Robben und versuchen Sie nie, Robbenjungtiere anzufassen.** Die Bindungen zwischen Mutter und Jungtier können leicht unterbrochen werden, und das Überleben des Jungtieres ist gefährdet.
6. **Vermeiden Sie es, gekennzeichnete Gebiete zu betreten, in denen wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt werden.** Z. B. kann schon eine Annäherung an ein Aufzeichnungsgerät für das Mikroklima stark verfälschte Daten produzieren. Bedenken Sie bitte, daß diese oft mühsam und unter persönlichen Opfern durchgeführten Experimente jemandes berufliche Arbeit darstellen – und daß sie viel Geld gekostet haben. Respektieren Sie bitte die Interessen und Aufgaben der Wissenschaftler.
7. **Nehmen Sie bitte allen Abfall mit zurück auf das Schiff.** Es dauert Jahrzehnte, bis er im antarktischen Lebensraum zersetzt wird.
8. Ermuntern Sie bitte Ihre Begleiter und Freunde, sich ebenfalls dafür einzusetzen, daß Antarktikas Wildnis geschützt wird und unzerstört für die zukünftigen Generationen erhalten bleibt.

