

### 3.7 Die Vogelwelt der Polarregionen und ihre Gefährdung

HANS-ULRICH PETER

**Polar birds and their threat:** Humans affect, directly and indirectly, the avifauna of polar areas. Greenhouse-gas emissions in the industrialised states, and, increasingly in the developing world as well, influence the climate in polar regions. The rising temperatures lead to a reduction in the number of breeding pairs of Adélie and Chinstrap penguins in the Western Antarctic Peninsula region, an effect that is mediated by changes in the availability of food (krill), and partly by increasing precipitation. In contrast, however, the same processes increase the number of breeding pairs in coastal regions of continental Antarctica. Long distance human influences on polar regions also include toxic materials. These are able to reach polar areas via ocean or atmospheric currents or, in addition, when carried by migrating birds. Direct negative anthropogenic effects occur at many different intensities. Among these are fishing (particularly the long-line fishery), and also activities on land (station building, air traffic, and tourism).

Die meisten antarktischen Vögel sind echte Seevögel und verbringen die meiste Zeit des Jahres auf dem Meer, das ihnen fast ausnahmslos als Nahrungsquelle dient. Im kurzen antarktischen Sommer kommen sie an Land, um an den wenigen eisfreien Stellen zu brüten. An den Küsten sind teilweise riesige Vogelkolonien zu finden; jeder günstige Platz wird ausgenutzt. Insgesamt brüten von den mehr als 8.600 weltweit vorkommenden Vogelarten nur 35 in der Antarktis: 7 Pinguin-, 9 Sturmvogel-, 5 Sturmschwalben und Lummensturmvogel, 4 Albatrosse, eine Möwe, eine Seeschwalbe, 2 Raubmöwen, ein Kormoran, 2 Scheidenschnäbel, 2 Enten und ein Pieper. Unberücksichtigt bleiben in dieser Liste Nahrungsgäste und Übersommerer, die weiter nördlich brüten (STONEHOUSE 1989).

Nahezu 200 Mio. antarktische Vögel mit einer Biomasse von mehr als 600.000 t – davon 90% Pinguine – spielen eine wichtige Rolle im antarktischen Ökosystem. Mehr als 10 Mio. t Krill werden jährlich gefressen, dazu kommen noch Kopffüßer, Fische und andere Meerestiere.

Die Charaktervögel der Antarktis sind die flugunfähigen Pinguine. Mit ihren zu Flippers umgebildeten

Flügeln sind sie ideal an das Wasserleben angepasst. Ihr »Unterwasserflug«, die Stromlinienform und ihre Wendigkeit beim Schwimmen und Tauchen ermöglichen es ihnen, ihre Hauptbeutetiere, Krill, Fische oder Tintenfische, zu erjagen, aber auch ihren Hauptfeinden, dem Seeleopard und dem Schwertwal, meist zu entfliehen. Nur zur Fortpflanzung und zur Mauser kommen sie an Land bzw. auf das Eis. Die bekannteste Art ist wohl der Adélie-Pinguin (Abb. 3.7-1).

Die größten Pinguine sind die 0,8–1 m großen Kaiserpinguine, die zu Beginn des antarktischen Winters im März/April zu ihren Brutplätzen auf dem antarktischen Kontinent zurückkehren. Das ca. 450 g schwere Ei wird vom Weibchen an das Männchen übergeben. Das Männchen bebrütet das Ei nun allein auf den Füßen, geschützt durch eine befiederte Hautfalte, 60–66 Tage lang auf dem Eis, und das bei Temperaturen bis -40 °C und Windgeschwindigkeiten von bis zu 200 km/h. Mitte Juli schlüpfen die Küken und werden nun von den zurückkehrenden Weibchen betreut und gefüttert. Die Männchen – sie haben in diesen vier Monaten seit Beginn der Brutsaison bis zu ein Drittel des Körpergewichts verloren – wandern zum Meer, um sich voll-



Abb 3.7-1: Adélie-Pinguin füttert sein Junges mit Krill.

zufressen und dann mit neuer Nahrung zu den Jungen zurückzukehren.

Auch wenn nicht so bekannt wie die Pinguine, sind die 18 vorkommenden Röhrennasen-Arten, d.h. Albatrosse (Abb. 3.7-2), Sturmvögel, Sturmschwalben und Lummensturmvögel, ebenfalls charakteristisch für die Antarktis. Diese Vogelordnung erkennt man der zu Röhren ausgezogenen Nasenöffnung am Oberschnabel. Alle Vertreter produzieren im Magen eine rötliche ölige Flüssigkeit, das Magenöl, das als Energiereserve, aber auch zur Verteidigung genutzt wird. Man sollte diesen Vögeln nicht zu nahe kommen, sonst wird man mit dieser übelriechenden Flüssigkeit und unverdauter Nahrung zielsicher bespuckt. Ein weiteres Merkmal der Röhrennasen ist, dass sie alle nur ein Ei ablegen, das relativ lang bebrütet wird.

Während es in der Antarktis nahezu keine Landvögel gibt, brüten nördlich des arktischen Polarkreises mehr als 150 Arten. Nur acht von ihnen, Spornammer, Schneeammer, Polarbirkenzeisig, Birkenzeisig, Alpen- und Moorschneehuhn sowie Kolkrabe und Schneeeule, sind in der Lage, in der Arktis auch zu überwintern. Der überwiegende Teil sind Zugvögel, unter ihnen vorwiegend Watvögel, Wasservögel (Seetaucher, Enten, Gänse und Schwäne) sowie Greifvögel. Ausserdem gehören zu den arktischen Arten auch etwa 50 Arten an Seevögeln. Dazu gehören vor allem Möwen, Raubmöwen, Seeschwalben, Lummen, Sturmvögel und Komorane. Einige Arten sind extreme Zugvögel: so legen Küstenseeschwalben jedes Jahr etwa 80.000 km zurück (EGEVANG et al 2010), um von der Arktis bis zur Antarktis zu ziehen und dort im Südsommer zu »überwintern«.

### Auswirkungen des Klimawandels

Die Verbreitung und Häufigkeit antarktischer Seevogelpopulationen zeigen die Verfügbarkeit günstiger Nahrungs- und Bruthabitate an. Die antarktische marine Umwelt ist sehr variabel; wenn man in diese Betrachtung zusätzlich anthropogene Einflüsse einbeziehen will, muss man ihre natürliche Variabilität erst einmal kennen.

Der Adélie-Pinguin (engl. Adélie Penguin) (*Pygoscelis adeliae*) ist ein sensibler Indikator für die Variabilität der physikalischen und biologischen Umweltparameter. Für diese um die gesamte Antarktis verbreitete Art liegen umfangreiche Populationsdaten vor (WOEHLER et al. 2001). So hat zum Beispiel die Brutpaarzahl an der Westküste der Antarktischen Halbinsel in der Umgebung der US-amerikanischen Station Palmer von 40.000 Mitte der 1970er-Jahre auf weniger als 14.000 in den letzten Jahren abgenommen. Dieser Trend kann mit der Klimaänderung in dieser Region in Verbindung gebracht werden. Dabei sind zwei Prozesse zu unter-

scheiden, die auf der einen Seite regionale und auf der anderen Seite lokale Auswirkungen haben (SMITH et al. 2003).

Die Änderung der Meereis-Bedingungen, d.h. der räumlichen und zeitlichen Eisausdehnung und -dicke, geben uns eine Erklärung für die Veränderung der Populationsdichte der Adélie-Pinguine auf der regionalen Skala. In Jahren mit wenig Meereis im Winter sinkt die Anzahl der Pinguin-Brutpaare in der nachfolgenden Sommersaison (Abb. 3.7-3). Wie kann man das erklären? Im Bereich der Westlichen Antarktischen Halbinsel hat sich seit der Mitte des 20. Jahrhunderts die Wintertemperatur um fast 6 °C erhöht. Das Meereis ist das Winterhabitat der Adélie-Pinguine, die Temperaturerhöhung aber wirkt sich auf das jährliche Muster der Entwicklung und der Krill-Verfügbarkeit aus (s. Kap. 3.4 - SIEGEL). Adélie-Pinguine finden optimale Winterbedingungen bei einer mittleren Eisdichte. Zu wenig Eis im Bereich der Antarktischen Halbinsel führt deshalb zur Abnahme des Bestandes, während auf der entgegengesetzten Seite des Antarktischen Kontinents die Populationsdichte der Adélie-Pinguine an verschiedenen Stellen zunimmt. Dieser positive Effekt erklärt sich daraus, dass die (ursprünglich extremen) Eisbedingungen sich nun einem Optimum nähern. Eine weitere Unterstützung für diese Hypothese kann man durch eine Analyse der paläo-ökologischen Bedingungen in den letzten 700 Jahren sehen. Sie zeigen im Bereich der westlichen Antarktischen Halbinsel sehr deutlich, dass die Populationsdichte der Pinguine im Zusammenhang mit kühleren und wärmeren Wintern schwankte. Die Abnahme der Pinguin-Brutpaare nach warmen Wintern scheint dabei eine Folge der geringeren Verfügbarkeit ihrer Hauptnahrung, des Krills, zu sein. Wachstum, Reproduktion und Überleben des langlebigen Krills hängen eng von den winterlichen Eisverhältnissen und auch vom Vorhandensein seiner winterlichen Hauptnahrung, der Diatomeen (Kieselalgen) an der Eisunterseite, ab. Selbst die zunehmenden Süßwassereinträge durch die im Bereich der Antarktischen Halbinsel zunehmend schmelzenden Gletscher können wiederum andere Algengruppen wie die Cryptophyten fördern, die nicht zur bevorzugten Nahrung des Krills gehören. Davon profitieren dann andere Zooplanktonorganismen wie die Salpen, die ihrerseits kaum zur Nahrung antarktischer Tiere gehören. Das wiederum führt zu einer Veränderung des marinen antarktischen Nahrungsnetzes.

Ein lokaler Effekt der Abnahme der Adélie-Pinguine konnte anhand der Analyse der Populationstrends auf fünf benachbarten Inseln in der Nähe von »Palmer Station« aufgezeigt werden. Zunehmende Erwärmung in dieser Region bewirkt zunehmende Niederschläge. Im Winter und Frühjahr fallen die Niederschläge



Abb. 3.7-2: Schwarzbrauenalbatrosse sind durch Langleinen-Fischerei besonders gefährdet.

in dieser Region als Schnee. Auch wenn in Abhängigkeit von der Geomorphologie die lokale Schneeanlagerung auf den Inseln unterschiedlich sind, so zeigte sich auch hier ein Trend zur Zunahme der Schneedicken. Bei überwiegend nördlichen Winden werden insbesondere die südexponierten Lagen auch im Sommer zunehmend schneebedeckt sein. Gerade hier ist die Abnahme der Populationsdichte der Pinguine signifikant größer als in den nordexponierten Kolonien. Die Wissenschaftler gehen sogar davon aus, dass die Kolonien in südexponierten Lagen in den nächsten Jahren verschwinden könnten.

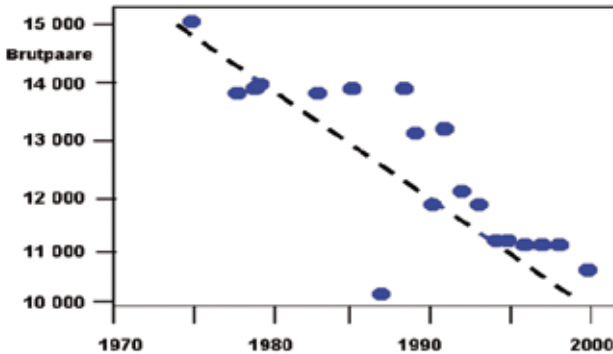


Abb. 3.7-3: Adélie-Pinguin-Brutpaarzahlen auf Arthur Harbour (westliche Antarktische Halbinsel) in den letzten 30 Jahren.

Auch in der Arktis hat der Eisrückgang Auswirkungen auf die Seevögel. So können erste Zeichen bei Elfenbeinmöwen und Krabentauchern registriert werden. Elfenbeinmöwen sind den größten Teil ihres Lebens mit dem Meereis verbunden – die Kolonien, als Schutz vor Räubern auf Felsklippen oder Inseln, sind selbst im Sommer vom Meereis umgeben. In den Spalten im Eis suchen sie Nahrung, manchmal auch Fraßrückstände von Eisbären und Polarfüchsen auf dem Eis. Die Meereisgebiete entfernen sich aufgrund des Eisrückgangs immer weiter von den Brutplätzen. Als Folge haben sich die Bestände in Kanada in den letzten 20 Jahren um 90% verringert (HASSOL 2005).

### Effekte wissenschaftlicher und touristischer Aktivitäten in der Antarktis

Stationsneubauten, Stationsaktivitäten und vor allem Flugverkehr, bei sensiblen Arten selbst wissenschaftliche Aktivitäten, sind wichtige direkte oder indirekte Einflussfaktoren für die Bestandsentwicklung und den Bruterfolg antarktischer Vögel. Auf King George Island konnte festgestellt werden, dass Südliche Riesensturmvögel (*Macronectes giganteus*) sehr störungsempfindlich sind. Ende der 1980er Jahre verschwanden die Südlichen Riesensturmvögel aus Gebieten, die durch Stationsneubauten oder tieffliegende Helikopter gestört wurden (Abb. 3.7-4),

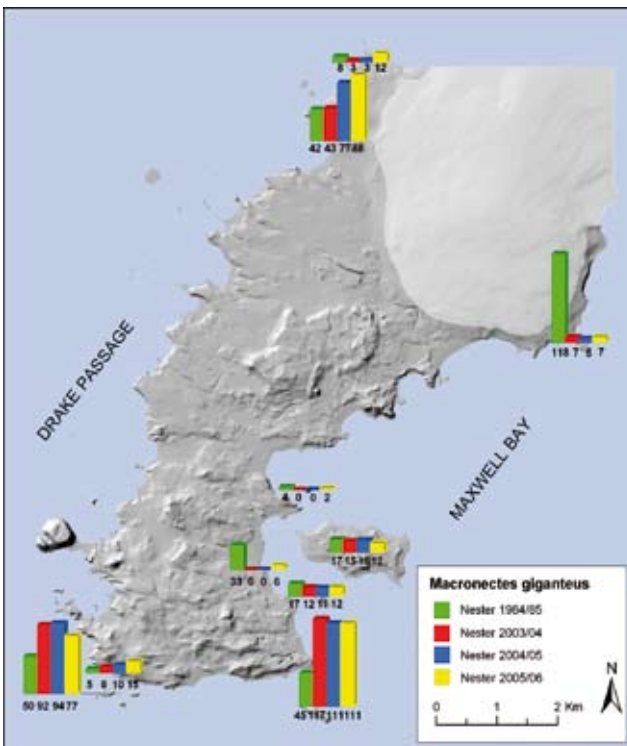


Abb. 3.7-4: Rückgang des Südlichen Riesensturmvogels im zentralen Teil und im NE von Fildes-Peninsula und Bestandsanstieg auf den südlichen Inseln.

andererseits erhöhten sich aber die Brutpaarzahlen zeitverzögert in stationsfernen Gebieten auf den Inseln südlich von Fildes (PETER et al 2005). Weitere Untersuchungen zu den Auswirkungen von Flugverkehr auf die antarktische Tierwelt existieren z.B. für Adélie-Pinguine, Königspinguine und Kaiserpinguine; HARRIS (2001) hat ausgehend von diesen Ergebnissen Empfehlungen für Mindestabstände zu den Pinguinen abgeleitet.

Zu den akuten Gefährdungen für Seevögel, nicht nur Pinguinen, sondern auch Raubmöwen, gehören Ölkatastrophen. Am 28. Januar 1989 ereignete sich die schwerste Umweltkatastrophe in der Geschichte der Antarktis. Drei Kilometer entfernt von der Station Palmer lief die argentinische »Bahia Paraiso« mit 234 Passagieren an Bord auf ein Riff und verlor 645.000 Liter Diesel. Innerhalb kurzer Zeit breitete sich ein Ölfilm auf 30 km<sup>2</sup> Küste aus, was die Seevögel und andere marine Organismen stark schädigte. Es kam nicht nur zu direkten Brutaussfällen und erhöhter Mortalität, sondern dieser Unfall beendete oder zumindest störte auch einige jahrelang laufende Versuchsreihen und Monitoringprogramme in der Region (z.B. EPPLEY & RUBEGA 1990). Die bisherigen Unfälle durch Havarien haben aber in der Antarktis bei weitem nicht die Ausmaße erreicht wie in der Arktis, wo z.B. durch das Havarien des Tankers »Exxon Valdez« Zehntausende von Seevögel verölt wurden und umkamen.

Neben Wissenschaftlern und Technikern kommen auch zunehmend Touristen in die Antarktis (Kap. 5.5 - MAYER, Kap. 5.8 - SCHWARZBACH et al.). Der schiffsgelbundene Antarktistourismus hat besonders im Bereich der Antarktischen Halbinsel und der vorgelagerten South Shetland Islands in den letzten 10 Jahren eine Zunahme auf z.Z. über 25.000 Touristen pro Jahr erfahren. Dieses Fahrtgebiet hat aufgrund der Nähe zu den Ausgangshäfen in Südamerika, den relativ geringen Distanzen zwischen den potenziellen Anlandungsstellen, insbesondere aber durch die relativ hohe Diversität und Abundanz der Wirbeltierfauna, insbesondere der Pinguine und anderer Seevögel, eine hohe Attraktivität für touristische Aktivitäten.

Über die Auswirkungen des Tourismus gibt es in der wissenschaftlichen Literatur zahlreiche, aber teilweise widersprüchliche Angaben. Man kann davon ausgehen, dass die Auswirkungen des Tourismus in der Regel geringer einzuschätzen sind als Stationsaktivitäten und Flugverkehr. Antarktische Seevögel brüten auf den relativ begrenzten eisfreien Gebieten, die auch für den Tourismus bevorzugte Ziele sind. Sie können als empfindliche Indikatoren für direkte anthropogene Einflüsse dienen. Neben der Veränderung der Brutpaarzahlen oder des Bruterfolgs können besonders Verhaltensänderung und physiologische Unterschiede heran-

gezogen werden. Während einige Untersuchungen an Pinguinen solche Veränderungen aufzeigten, fanden andere keine Unterschiede (Zusammenstellung bei PFEIFFER & PETER 2003).

So haben zum Beispiel einige Studien in manchen Gebieten 5–10% Brutverluste von Pinguinen durch Touristenbesuche gezeigt, und bei einer anderen Studie konnten durch Besucher ausgelöste Veränderungen im Räuber-Beute-Verhalten nachgewiesen werden. Auf der anderen Seite können regelmäßige Besuche auch zu Gewöhnungseffekten führen, wobei deren Grad und Ausprägung von Art zu Art verschieden ist. Ein Vergleich der von Touristen häufig besuchten Eselpinguin-Kolonien auf Port Lockroy (hier landen pro Saison mehr als 10.000 Touristen an) mit ungestörten Kolonien ergab keine signifikanten Unterschiede in Kükenwachstum und Bruterfolg. Die Pinguine ließen sich beim Brutgeschehen (teilweise unter der Treppe der Station) selbst bei Annäherung auf weniger als 1 m nicht stören. Zu ganz anderen Erkenntnissen gelangte dagegen GIESE (1998) bei einer Untersuchung einer vorher ungestörten Adélie-Pinguine-Kolonie im australischen Sektor. Sie führte Herzschlagraten-Messungen durch und erhielt an 25 Adélie-Pinguinen folgende Hauptergebnisse:

- 68% der Untersuchungstiere erhoben sich vom Ei, wenn sich ein Besucher auf 5 m annäherte und waren erst nach knapp 50 Sekunden wieder in der vorherigen Ruheposition. Die Eier kühlten sich dabei um 2,8–3,9 °C ab.
- Bei Annäherung auf 15 m zum Nest erhöhte sich der Herzschlag von durchschnittlich 82 auf 96 Schläge/min und bei einer Annäherung auf 5 m sogar auf 126 Schläge/min.
- Die Herzschlag lag bei einer Annäherung auf 5 m über den Werten, die durch natürliche Störungen durch Artgenossen und Prädatoren ausgelöst werden.

Diese Ergebnisse zeigen, dass sich Gebiete, in denen der Mensch bisher kaum in Erscheinung trat, wie z.B. auf dem Antarktischen Kontinent, von den vergleichsweise häufig besuchten Regionen im Bereich der Antarktischen Halbinsel und der Südshetlands deutlich unterscheiden.

Während das Verhalten von Pinguinen bei Störungen intensiv untersucht wurde, wurden Daten von fliegenden antarktischen Vögeln nur von wenigen Autoren vorgelegt (PFEIFFER & PETER 2003). So verbleiben Südliche Riesensturmvögel (*Macronectes giganteus*) während des Brütens und der frühen Jungenaufzucht bei Annäherung eines Besuchers meist am Nest. Die wachsende Nervosität der Riesensturmvögel zeigt sich durch das Aufstellen der Kopf- und Nackenfedern sowie häufigeres, ruckartiges Umherschauen bzw. Anstarren des

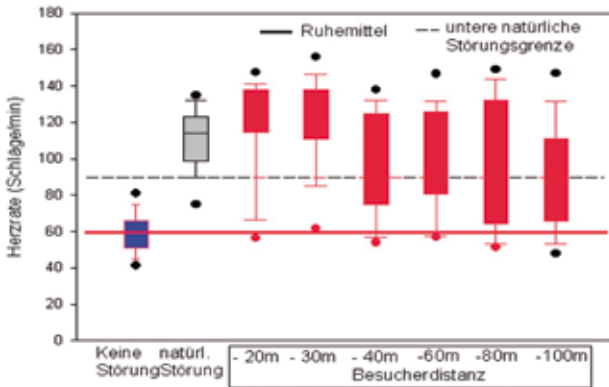


Abb. 3.7-5: Herzschlagraten während unterschiedlicher Störereignisse und Distanzen des Besuchers vom Nest eines Südlichen Riesensturmvogels auf Penguin Island.

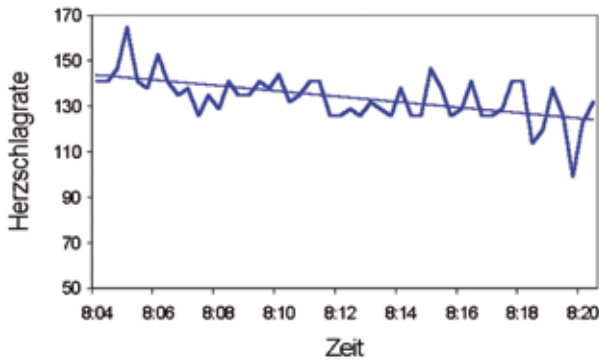


Abb. 3.7-6: Gewöhnung an einen Besucher: Sinken der Herzschlagrate eines Südlichen Riesensturmvogels bei längerem Aufenthalt (Entfernung 20 m).

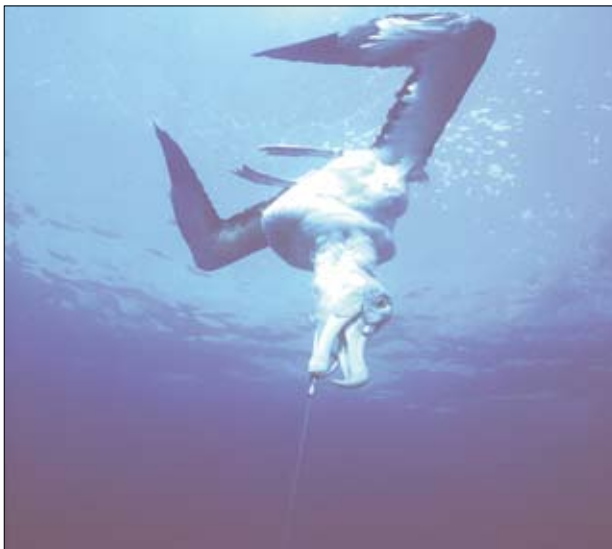


Abb. 3.7-7: Wanderalbatros, mit Langleinen-Haken gefangen, wird durch die Leine in die Tiefe gezogen.

Besuchers. Diese Verhaltensweisen kann ein Besucher aber erst bei einer Annäherung auf ca. 10 m erkennen. Nähert sich der Besucher bis auf 1–3 m an das Nest an, verteidigt der Vogel es durch Hackversuche mit dem Schnabel und durch Ausspucken von Magenöl inklusive Nahrungsresten. Die weit größere Gefahr für Südliche Riesensturmvogel ergibt sich aus dem Verlassen des Eies oder den Jungvogels. Für das Ei bzw. Küken bedeutet das Verlassen durch das Elterntier eine erhöhte Prädationsgefahr durch Skuas. Um zu erkennen, ob ein Vogel gestresst ist, auch wenn er noch nicht auffliegt, wurde die Herzschlagrate mit Stethoskop-Mikrofonen im Nest gemessen. Die Grund-Herzschlagrate lag bei 60 Schlägen/min, konnte aber nach natürlichen Störungen (durch Artgenossen und Prädatoren) auf 140 Schläge/min ansteigen (Abb. 3.7-5). Die menschliche Störung wurde durch eine Versuchsperson simuliert, die sich beginnend, bei mehr als 100 m, bis auf 20 m an den brütenden Vogel näherte. Bei Annäherung auf 100 m kam es bereits zu einer Erhöhung der Herzschlagrate über den Ruhewert hinaus (Abb. 3.7-5). Nimmt man das Mittel bzw. die untere natürliche Störungsgrenze als Maß, das nicht überschritten werden sollte, dürften Besucher sich nicht mehr als 40 m den Riesensturmvögeln nähern. Um natürliche Variationen zwischen Tieren einzurechnen, wurde deshalb ein Mindestabstand von 50 m vorgeschlagen. Die Untersuchungen zeigten aber auch, dass sich die Tiere an die Anwesenheit von Besuchern gewöhnen können, denn die Herzschlagrate fiel bei längerem Aufenthalt am Rande der Kolonie. Andererseits bewirkte jede auffällige Bewegung des Besuchers ein erneutes Ansteigen (Abb. 3.7-6).

### Gefährdung durch Langleinen-Fischerei

Albatrosse sind faszinierende Vögel, die man sehr weit entfernt von den Brutplätzen beobachten kann. So legt ein Wanderalbatros mehrere tausend Kilometer zurück, um einmal Nahrung für sein Junges zu suchen. Diese Tiere sind durch die Langleinen-Fischerei besonders gefährdet. Einige Albatross-Arten nehmen mit alarmierender Rate ab. Zum Beispiel sterben jedes Jahr etwa 17.000 Schwarzbraunalbatrosse (d.h. etwa zwei Vögel pro Stunde) auf der See, zum großen Teil durch die Langleinen-Fischerei.

Was passiert bei der Langleinen-Fischerei? Es gibt zwei Arten von Langleinen: Oberflächen- und Bodenlangleinen. Oberflächenlangleinen werden in eine Wassertiefe von maximal etwa 200 m herabgelassen, um Thunfische oder Schwertfische zu fangen. Diese Leinen können über 100 km lang sein und tragen 3.000 Haken an 40 m langen Seitenleinen, die 50 m von einander entfernt sind. Bodenlangleinen werden zum Fangen von demersalen Fischen eingesetzt und sind schwerer als Oberflächenlangleinen, weil man Gewichte anbringt, damit sie schneller sinken. Außerdem haben sie mehr Haken und sind oft viel kürzer als Oberflächenlangleinen. Tiefseefische wie der begehrte Schwarze Seehecht werden im Bereich der subantarktischen Inseln, auf denen Albatrosse und Sturmvögel in großer Zahl brüten, in Tiefen von 2.000 m mit Leinen, die bis zu 30 km lang sind und 20.000 Haken tragen, gefangen. Wenn das Schiff die Langleinen setzt, versuchen Seevögel, die Köder an den Haken zu erlangen, werden gefangen oder verwickeln sich in den Leinen, werden unter Wasser gezogen und ertrinken (Abb. 3.7-7). Jedes Jahr werden Hunderte von Millionen Köderhaken ausgesetzt, besonders in Gebieten, die aufgrund ihres Fischreichtums auch reich an Seevögeln sind.

Warum hat die Mortalität bei Sturmvögeln und insbesondere bei Albatrossen so eine große Wirkung? Wanderalbatrosse benötigen 10–12 Jahre, um erstmals erfolgreich zu brüten, auch wenn sie schon mehrere Jahre lang verpaart sein können. Sie werden bis über 60 Jahre alt und legen pro Brutzeit nur ein Ei. Da aber die Entwicklung vom Ei bis zum Flügge werden mehr als ein Jahr dauert, sind sie erst wieder im übernächsten Jahr in der Lage, erfolgreich zu brüten. Die Bestandsabnahme (1% jährlich) durch Langleinen wirkt sich aber nicht nur mit Zeitverzögerung auf die nächste Generation aus. Bei allen Arten haben die Langleinentodesfälle auch einen entscheidenden Effekt auf das zu versorgende Küken. Wenn ein brütender Altvogel auf der See umkommt, dann verhungert das Junge sehr

häufig, da der überlebende Partner den Nahrungsbedarf des Jungvogels und für sich selbst nicht allein befriedigen kann.

Wegen ihrer geringen Populationsdichte, ihrer niedrigen Reproduktionsrate und ihrer Fähigkeit, die Köder selbst unter Wasser zu erlangen, sind Graukopfalbatrosse besonders durch die Langlein-Fischerei gefährdet. Graukopfalbatrosse brüten nur jedes zweiten Jahr und umkreisen dann die Antarktis, wie satellitenelementrische Daten gezeigt haben (Abb. 3.7-8). Extrem gefährdet durch die Langleinen sind auch die Schwarzbraunalbatrosse (Abb. 3.7-9), da sie kleiner als ihre großen Verwandten und viel gewandter in der Luft sind und sehr geschickt die Köder an den Langleinen erbeuten. Sie können auch relativ gut tauchen und so nicht nur an der Wasseroberfläche, sondern auch in einigen Metern Wassertiefe an die Köder gelangen. Ihre Bestände nehmen auf Südgeorgien um jährlich 4% ab.

Die Langleinen-Fischerei ist nicht nur für antarktische Vögel gefährlich, sondern auch für arktische. Weltweit sind es Eissturmvögel, die am häufigsten getötet werden, insbesondere um Skandinavien und Alaska, wo jährlich 50.000–100.000 Eissturmvögel von norwegischen, isländischen und anderen Langleinern gefangen werden.

Natürlich gibt es inzwischen Maßnahmen, die den Fischern zur Verfügung stehen, um Vogelbeifang zu reduzieren:

- Wenn die Leinen in der Dunkelheit abgesenkt und herausgeholt werden, sinkt die Wahrscheinlichkeit, Albatrosse zu fangen (das gilt aber nicht für nachtaktive Arten, wie den Weißkinnsturmvogel).
- Die Leinen werden mit Gewichten beschwert, so dass sie schneller sinken.
- Die Leinen werden durch ein Rohr unter Wasser gesetzt.
- Abfall und Innereien werden in einer Weise behandelt, die Seevögel nicht anziehen.
- Fliegende Luftschnellen verjagen Seevögel von den Haken, während die Leinen gesetzt werden.

**Tab. 3.7-1:** Schadstoffgehalte (DDE: Dichlordiphenyldichlorethen, DDT: Dichlordiphenyltrichlorethan, PCB: Polychlorierte Biphenyle, HCB: Hexachlorbenzol) verschiedener arktischer und antarktischer Vögel (aus BARGAGLI 2005).

Art	Ort	Jahr	Gewebe	Substanz/ Menge
<i>Macronectes giganteus</i>	Signy Island	1968/69	Leber	DDE 20–30 ng/g Naßgewicht
<i>Diomedea exulans</i>	Marion Island	1985	Eier	DDE 56–4.242 ng/g Ei DDT 5–122 ng/g Ei PCB 12–122 ng/g Ei Deltrin ng/g Ei
<i>Macronectes halli</i>	Subantarktis	1978–1983	Eier	HCB 0,11 µg/g Naßgewicht DDE 0,95 µg/g Naßgewicht PCB 1,8 µg/g Naßgewicht
<i>Daption capense</i>	Antarktis	1990	Fett	HCB 2.098 ng/g Fett PCB 1.207 ng/g Fett
<i>Sterna hirundo</i>	Arktis	1990	Fett	HCB 3 ng/g Fett PCB 13.095 ng/g Fett

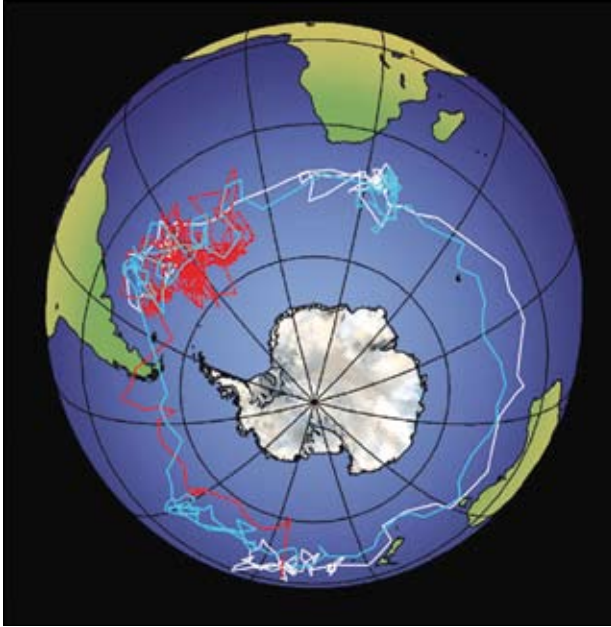


Abb. 3.7-8: Zugwege von Graukopfalbatrossen um die Antarktis (Brutplatz: Südgeorgien).

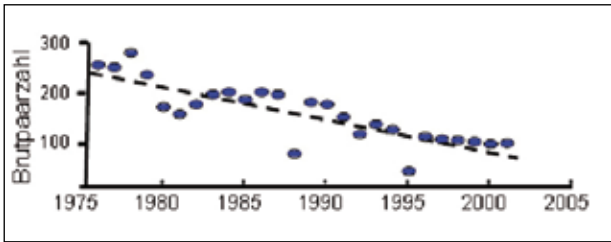


Abb. 3.7-9: Abnahme der Brutpaarzahl des Schwarzbrauenalbatrosses auf Südgeorgien um 4% jährlich.

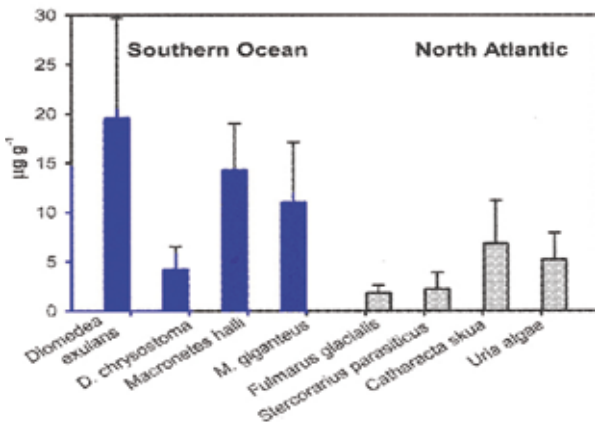


Abb. 3.7-10: Durchschnittliche Quecksilber-Konzentration ( $\mu\text{g/g}$ ) in den Federn von Seevögeln auf Südgeorgien (links) und im Nordatlantik (rechts).

Diese Maßnahmen können die Wahrscheinlichkeit reduzieren, dass Seevögel an die Köderhaken kommen, werden aber leider noch nicht weltweit angewandt. Das Fischfangverbot um Südgeorgien in der Brutsaison der Albatrosse (September–April) hat die Anzahl der getöteten Seevögel deutlich verringert. Leider werden in den Schonzeiten andere Gebiete befishet und damit die Mortalität durch Langleinen nur verlagert. Eine weitere Gefährdung der Seevögel geht vom illegalen Fischfang aus. Während bei regulären Fängen Beobachter an Bord sind, werden bei irregulären kaum Maßnahmen ergriffen, um den Beifang zu verhindern.

### Gefahr der Kontamination

Schon in den 1960er Jahren stellte man Pestizide im Gewebe von Pinguinen fest, obwohl diese Giftstoffe nie in der Antarktis eingesetzt wurden. Bis in die frühen 1980er Jahre stieg ihre Konzentration stetig an und nahm dann ab, aber nicht in dem Maße, wie man es ausgehend von globalen Daten erwarten konnte (BARGAGLI 2005). Zahlreiche Arbeiten wurden über die POP-Konzentrationen (Abkürzung für das englische »persistent organic pollutants«) (Kap. 5.3 - EBINGHAUS et al. und Kap. 5.4 - KALLENBORN) in antarktischen Seevögeln publiziert, die bei unterschiedlichen Probenentnahmen (vor allem aus Federn, Eiern und Gewebe) und Methoden eine hohe Variabilität der raumzeitlichen Konzentrationen aufgrund ihrer unterschiedlichen Stellung in den Nahrungsnetzen widerspiegeln (Tab. 3.7-1). Die Kontamination vieler Arten muss dabei nicht unbedingt in der Antarktis erfolgt sein, da viele Arten, nicht nur Albatrosse, auch in der Brutzeit nördlich der Antarktischen Konvergenz auf Nahrungssuche zu beobachten sind. Auf der anderen Seite ziehen im Winter einige Arten, z.B. die Südpolar-Skua und die Buntfuß-Sturmschwalbe, auf die Nordhalbkugel.

Im Gegensatz zu DDT, PCBs und anderen Xenobiotika kommen anorganische Spurenelemente natürlich in der Antarktis vor, wobei die Organismen im Verlaufe der langen Evolutionsprozesse sich an diese notwendigen, auf der anderen Seite auch potenziell toxischen Stoffe angepasst haben. Gerade langlebige und langsam wachsende Organismen, wie wir sie in der Antarktis häufig finden, akkumulieren die höchsten auf der Erde natürlich vorkommenden Konzentrationen an Cadmium und anderen poten-

ziell toxischen Elementen. Albatrosse und Sturmvögel als ozeanische Arten, die große Distanzen im Sommer und Winter zurücklegen, können aufgrund dieser extremen Mobilität große Gebiete des Südozeans erreichen und damit die höchsten Cadmium- (Maximum 46,5 µg/g Nassgewicht in der Niere eines Rußalbatrosses bzw. mehr als 260 µg/g Trockengewicht in der Niere eines Wanderalbatrosses) und Quecksilberkonzentrationen (295 µg/g Nassgewicht in der Leber eines Wanderalbatrosses) akkumulieren, die je bei Wirbeltieren gefunden wurden.

Erstaunlicherweise sind die Konzentrationen von Cadmium in Leber und Niere des Eissturmvogels (*Fulmarus glacialis*) auf der Nordhalbkugel um 21 bzw. 44% niedriger als beim nahe verwandten antarktischen Vertreter, dem Silbersturmvogel (*Fulmarus glacialis*). Ähnliches tritt beim Vergleich der durchschnittlichen Konzentrationen von Quecksilber in den Federn arktischer und antarktischer Vögel auf (Abb. 3.7-10). Im Durchschnitt sind die Werte in den Federn von Vögeln auf Südgeorgien dreimal höher als die auf Foula (Shetland Inseln im Norden). Dieses Ergebnis basiert auf verschiedenen Ursachen. Während auf der Nordhalbkugel die Quecksilberkonzentration in den Federn (untersucht an Museumsmaterial als Folge von anthropogenen Emissionen) um das Dreifache anstieg, wiesen im Gegensatz dazu die Federn von antarktischen Vögeln schon vor mehr als 50 Jahren vergleichbare Konzentrationen wie heute auf, bedingt aber durch natürliche Prozesse. Interessant sind in diesem Zusammenhang auch die physiologischen Prozesse, die die unterschiedlichen Konzentrationen bestimmen. Trotz hoher Lebenserwartung muss die Cadmium-Konzentration nicht unbedingt mit steigendem Lebensalter durch Anreicherung steigen, da sich die Cadmium-Detoxifikation und die Fähigkeit zur Eliminierung aus dem Körper, nicht über die Eier, verändert (BARGAGLI 2005).

### Schlussbetrachtung

Zusammenfassend kann man sagen, dass der Mensch direkt und indirekt auf die Vogelwelt der Polargebiete wirkt. Die Treibhausgas-Emissionen in den Industrieländern, zunehmend auch in der Dritten Welt, beeinflussen das Klima in der Antarktis und in der Arktis. Die Temperaturzunahme in der Antarktis bewirkt über die Veränderung der Nahrungsverfügbarkeit (Krill), aber auch über zunehmende Niederschläge eine Verringerung der Brutpaarzahlen der Pinguine im Bereich der Antarktischen Halbinsel, andererseits eine Zunahme in den Küstenbereichen der kontinentalen Antarktis. Zu den Fernwirkungen des Menschen gehören auch Einträge toxischer Stoffe, die über die Atmosphäre und

den Ozean, aber auch Zugvögel in die Polargebiete gelangen. Direkte anthropogene negative Auswirkungen in unterschiedlicher Intensität sind über die Fischerei, insbesondere Langleinen, aber auch Aktivitäten im terrestrischen Bereich (Stationsbauten, Flugverkehr, Tourismus) zu registrieren.

### Literatur

- BARGAGLI, R. (2005): Antarctic Ecosystems, Springer Berlin Heidelberg, 395 S.
- EPPLEY, Z. A. & M. A. RUBEGA (1990): Indirect effects of an oil spill- reproductive failure in a population of south polar skuas following the Bahia Paraiso oil spill in Antarctica. Marine Ecology Progress Series (67): 1-6.
- EGEVANG, C., STENHOUSE, I. J., PHILLIPS, R. A., PETERSEN, A., FOX, J. W. & J. R. D. SILK (2010): Tracking of Arctic terns *Sterna paradisaea* reveals longest animal migration. Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A., 107, 2078e 2081.
- GIESE, M. (1998): Guidelines for people approaching breeding groups of Adélie Penguins (*Pygoscelis adeliae*). Polar Record (34): 287-292.
- HARRIS, C. M. (2001): Review on Guidelines for the Operation of Aircraft near Concentrations of Birds in Antarctica. XXIV. ATCM, Information Paper 39: 1-9.
- HASSOL, J. H. (2005): Der Arktis- Klima- Report. Auswirkungen der Erwärmung. Convent Verlag Hamburg 139 S.
- PETER, H.-U., C. BÜSSER, O. MUSTAFA & S. PFEIFFER (2005): Risk assessment for Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas. Terra Nostra 2005/03: 119-120.
- PFEIFFER, S. & H.-U. PETER (2003): Umsetzung des Umweltschutzprotokoll-Ausführungsgesetzes (AUG), Teilvorhaben 3: Grunddaten und Umweltindikatoren für die Entwicklung von Managementplänen für von Besuchern besonders stark frequentierten Anlandungsgebieten in der Antarktis. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Forschungsbericht 298-19-159, 247 S.
- SMITH, R. C., W. R. FRASER & S. STAMMERJOHN (2003): Climate variability and ecological response of the marine ecosystem in the Western Antarctic Peninsula (WAP) region. In: GREENLAND, D., D.G. GOODIN & R. C. SMITH (Eds) - Climatic variability and ecosystem response at long-term ecological research sites. Oxford University Press, Oxford, 158-173.
- STONEHOUSE, B. (1989): Polar Ecology, Blackie, Glasgow and London, 222 S.
- WOEHLER, E. J., J. COOPER, J. P. CROXALL, W. R. FRASER, G. L. KOOYMAN, G. D. MILLER, D. C. NEL, D. L. PATTERSON, H.-U. PETER, C. A. RIBIC, K. SALWICKA, W. Z. TRIVELPIECE & H. WEIMERSKIRCH (2001): A Statistical assessment of the status and trends of Antarctic and Subantarctic seabirds. Report on SCAR BBS Workshop on Southern Ocean seabird populations. SCAR, Cambridge, 45 S.

### Kontakt:

Dr. Hans-Ulrich Peter  
 Institute für Ökologie - Friedrich Schiller Universität  
 hans-ulrich.peter@uni-jena.de