

## Weniger Eis in der Antarktis, dafür mehr Nachwuchs für Pinguine!

Zusammengestellt von EIKE HARTWIG



Kolonie von Adélie-Pinguinen auf der Antarktischen Halbinsel.

In Polarregionen können von Jahr zu Jahr unterschiedliche Meereslandschaften auftreten aufgrund von Schwankungen der Meereisausdehnung zwischen den Jahren. In den letzten Jahrzehnten hat die Meereisausdehnung in der Arktis deutlich abgenommen, in der Antarktis dagegen intuitiv zugenommen (TURNER & OVERLAND 2009). Es wird erwartet, dass solche Veränderungen im Meereis die Lebensräume von Meeresorganismen physikalisch (z.B. durch Veränderung von Gebieten, in denen Pinguine, Robben und Eisbären laufen, schwimmen oder sich ausruhen können) und biologisch (z.B. durch wechselnde Sonneneinstrahlung und Primärproduktion) beeinflussen. Um die Auswirkungen auf Ökosystemebene zu verstehen und zukünftige Veränderungen vorherzusagen, sind die Fitnessfolgen der Veränderung des Meereises bei ökologisch wichtigen Modellorganismen wie Seevögeln, z.B. Pinguine, zu betrachten.

Adélie-Pinguine, *Pygoscelis adeliae*, sind häufige, eisabhängige Seevögel mit einer kontinentalen Verbreitung in der Antarktis. Als wichtiger Bioindikator des Ökosystems des Südlichen Ozeans wurden ihre Populationsentwicklung und ihr Bruterfolg sowie deren Zusammenhang mit den Meereisbedingungen intensiv untersucht (JENOUVRIER et al. 2006), mit variierenden Ergebnissen. In der *kontinentalen Antarktis* nimmt der Bruterfolg zu und die Populationen wachsen in den Jahren mit spärlichem Meereis (EMMERSON & SOUTHWELL 2008), und in ähnlicher Weise kam es in den Jahren mit ungewöhnlich großflächigem Meereis zu massiven Brutausfällen (ROBERT-COUDERT et al. 2018). Im Gegensatz dazu werden Adélie-Pinguinpopulationen in der *maritimen Antarktisregion* (Antarktische Halbinsel und angrenzende Inseln) durch die Abnahme der Meereisausdehnung negativ beeinflusst (TRIVELPIECE et al. 2011). In jüngerer Zeit zeigte sich, dass so-

wohl der Bruterfolg als auch die Überlebensraten während des Winters bei bescheidenen Meereisausdehnungen ihren Höhepunkt erreichen.

Diese gemischten Ergebnisse legen nahe, dass Meereis durch eine Kombination von Mechanismen entweder positive oder negative Auswirkungen auf das Überleben und den Bruterfolg von Adélie-Pinguinen haben kann. So kann z.B. ausgedehntes Meereis den Zugang zu freiem Wasser und damit die Nahrungssuche einschränken (EMMERSON & SOUTHWELL 2008), während wiederum ausgedehntes Meereis im Winter die Rekrutierung von antarktischem Krill, der Hauptbeute von Adélie-Pinguinen, fördern soll (WATANUKI et al. 1993).

Entscheidend ist, dass die meisten früheren Studien eher korrelativ als experimentell sind und die mechanistischen Zusammenhänge zwischen Meereisausdehnung und Bruterfolg unklar bleiben. Eine fehlende

Information ist das Verhalten der Futtersuche, welches direkt die sich ändernden Umgebungen mit dem Bruterfolg bei Seevögeln verbinden könnte. Obwohl in mehreren Studien einfache Metriken des Futtersuchverhaltens von Adélie-Pinguinen (z.B. Ausflugsdauer, Tauchtiefe und Tauchdauer) über mehrere Brutzeiten mit unterschiedlichen Meereisbedingungen aufgezeichnet wurden (WATANUKI et al. 1993), waren die Zusammenhänge nicht eindeutig.

Ein japanisches Forscherteam um Yuuki Y. Watanabe vom „National Institute of Polar Research“ und vom „Department of Polar Science“ der „Graduate University for Advanced Studies“ in Tokyo/Japan (WATANABE et al. 2020) versucht Zusammenhänge zwischen Meereisausdehnung und Bruterfolg aufzuzeigen, indem es das Futtersuchverhalten von 175 Adélie-Pinguinen in vier Brutzeiten mit unterschiedlichen Meereisbedingungen (mit Meereis: 2010/11, 2011/12, 2012/13; ohne Meereis: 2016/17) durch Verwendung von GPS-Loggern (N = 87 Vögel), Beschleunigungsmessern (N = 37 Vögel) und Videokameras bis ins kleinste Detail aufzeichnete. Mit diesen modernen Geräten verfolgten die Forscher Ausflüge zur Futtersuche, kategorisierten das Verhalten (z.B. Gehen, Schwimmen und Ausruhen) und schätzten die Anzahl der während der Tauchgänge gefangenen Beute. Das Untersuchungsgebiet lag in der Lützw-Holm-Bay der kontinentalen Ostantarktis und ist durch permanent schnelles Meereis gekennzeichnet, das die gesamten Nahrungsgebiete der Brutpinguine abdeckt. Eine der vier Jahreszeiten (2016/17) war jedoch insofern ungewöhnlich, als ein großer Teil des schnellen Meereises in der Bucht aufbrach und im letzten Herbst von Strömungen mitgerissen wurde, was seit den 1950er Jahren sechsmal aufgetreten war. Obwohl sich danach neues Meereis bildete, war während der gesamten Brutzeit eine ausgedehnte, große offene Wasserfläche oder dünne Meereisschicht (Polynya) um die Pinguinkolonie herum vorhanden. Diese Situation wurde für ein unerwartetes „natürliches Experiment“ genutzt, um zu zeigen, ob eine Veränderung des Meereises das Futtersuchverhalten von Pinguinen und folglich ihren Körperzustand und ihren Bruterfolg verändert.

Anhand der mit den modernen Geräten ermittelten Daten und Aufzeichnungen fanden die Forscher, dass die Verhaltensweisen



Der Bruterfolg der Pinguine ist auch von der Meereisbedeckung abhängig. Foto: Murray Foubister

der Pinguine zwischen den vier Jahresperioden unterschiedlich waren. In den *eisbedeckten Jahren* (2010/11, 2011/12 und 2012/13) gingen oder „rodelten“ Pinguine auf dem Meereis oder entlang der Küste nach Verlassen ihrer Nester mit gelegentlichem Ruheverhalten und fanden dann Risse im Eis, wo sie wiederholt tauchten bis in etwa 40 m Tiefe. In dem *eisfreien Jahr* (2016/17) hingegen gingen Pinguine direkt vor ihren Nestern ins Wasser, schwammen mit wiederholten flachen (<10 m) Tauchgängen oder gemischten flachen und tieferen Tauchgängen vor der Küste und führten dann eine Reihe von Tauchgängen bis zu 60 m Tiefe zur Nahrungssuche durch. Die Nahrungsgebiete wurden erweitert von 2010/11 (mit Eisbedeckung) bis 2016/17 (ohne Eisbedeckung), und die Tauchplätze waren im eisfreien Jahr nicht durch die Lage der Risse begrenzt.

Auch beeinflussten die Eisverhältnisse sowohl die Dauer als auch die Länge der Trips zur Nahrungssuche. In dem *eisfreien Jahr*



Gelegentlich „rodeln“ Pinguine auf dem Bauch über den Schnee. Foto: Christopher Michel

waren die Trips im Durchschnitt um 3,2 bis 7,9 Stunden kürzer und waren um 4,5 bis 4,8 km länger im Vergleich zu den drei *eisbedeckten Jahren*. Die kürzere Dauer in Kombination mit der längeren Distanz war möglich, da sich Pinguine beim Schwimmen schneller bewegten (Mittelwert  $5,6 \pm 0,6$  km pro Stunde) als beim Gehen ( $1,5 \pm 0,6$  km pro Stunde). Dieser Effekt der Bewegungsmodi (Gehen oder Schwimmen) zeigte, dass in dem *eisfreien Jahr* für eine bestimmte Distanz eines Trips bei weitem die kürzeste Zeit benötigt wurde.

Selbst die energetischen Folgen der Änderungen der Meereisbedeckung für die Pinguine zeigten, dass die Zeitanteile, die während der Nahrungstrips für Gehen, Tauchen, Ausruhen an der Meeresoberfläche und Ausruhen an Land oder auf dem Eis aufgewendet wurden, für die einzelnen untersuchten Aktivitätsarten sehr unterschiedlich waren. So nahmen in den *eisbedeckten Jahren* Gehen ca. 10%, Tauchen ca. 25%, Ausruhen an der Meeresoberfläche ca. 5% und Ausruhen an Land/auf dem Eis ca. 60% der Zeit ein, und in der *eisfreien Zeit* Gehen ca. 3%, Tauchen ca. 35%, Ausruhen an der Meeresoberfläche ca. 17% und Ausruhen an Land/auf dem Eis ca. 45% der Zeit ein. Aufgrund dieser Variabilität wurde der Gesamtenergieverbrauch während der Nahrungstrips, geschätzt aus der Zeit, die für jede Aktivität aufgewendet wurde, weitgehend allein durch die Dauer der Trips für Nahrungssuche bestimmt, unabhängig von der Anwesenheit oder Abwesenheit von Meereis. Daher waren in dem *eisfreien Jahr* beobachtete Trips der Nahrungssuche von kürzerer Dauer energetisch effizient.

Auch die Menge der erbeuteten Nahrung, hier antarktischer Krill *Euphausia spp.*, war unterschiedlich: In der *eisfreien Zeit* waren es durchschnittlich 0,2 bis 1,8 Individuen pro 100 Sekunden-Tauchgang mehr als in den drei *eisbedeckten Jahren*. Die Analysen des Mageninhalts von 39 Vögeln zeigten, dass die Art *Euphausia superba* mit 94% der Masse die einzige dominierende Beute in dem *eisfreien Jahr* war gegenüber 6% Fisch. Im Gegensatz dazu wurden in den drei *eisbedeckten Jahren* zwei Krillarten (*Euphausia superba* und *Euphausia kristallorophias*) und Fische (hauptsächlich der Antarktisdorsch *Pagothenia orchgrevinki*) in unterschiedlichen Anteilen (37-91% Krill; 9-63% Fisch) gefunden. Ungewöhnlich hohe Kon-

zentrationen an Chlorophyll-a in der sonnenbeschienenen eisfreien Wasserfläche als Ausdruck für Phytoplanktonblüten können nach Ansicht der Autoren möglicherweise *Euphausia superba* angezogen und die lokale Dichte erhöht haben.

Die unterschiedliche Meereisbedeckung beeinflusste selbst die Körpermasse von erwachsenen weiblichen und männlichen Pinguinen und die Wachstumsraten von Küken: in dem eisfreien Jahr war die weibliche Körpermasse durchschnittlich 0,2 bis 0,6 kg höher, die der Männchen 0,3 bis 0,7 kg höher und die Wachstumsrate der Küken war 26 bis 35 g pro Tag höher im Vergleich zu den drei eisbedeckten Jahren. Der Bruterfolg, definiert als die Anzahl der Jungvögel pro Nest, war in der eisfreien Zeit am höchsten, obwohl die absolute Anzahl der Nester und Jungvögel in einem eisbedeckten Jahr (2012/13) am höchsten war.

Die Forscher fassen die umfangreichen Ergebnisse ihres „natürlichen Experiments“ folgendermaßen zusammen: Die eisfreien Umgebungen erlauben den Adélie-Pinguinen sich schwimmend fortzubewegen, anstatt zu gehen, und frei tauchen zu können, ohne Risse im Eis finden zu müssen. Diese Änderungen führen zu größeren Nahrungsgebieten, kürzeren Reisedauern und einem bis zu 15 bis 33% geringeren Energieverbrauch während der Trips, und sie verringern möglicherweise den intraspezifischen Wettbewerb um Beute. Es hat sich gezeigt, dass pro Zeiteinheit Tauchen mehr Krill gefangen wurde, was mit Phytoplanktonblüten und einer erhöhten Krilldichte verbunden sein kann, die durch direkte Sonneneinstrahlung des Wassers verursacht wird. Infolgedessen verbesserten sich für die Adélie-Pinguine, als eisabhängige Art, die Fitness und der Bruterfolg in der eisfreien Umgebung.

Der in dieser Studie festgestellte Zusammenhang zwischen Meereisausdehnung, Futtersuchverhalten und Bruterfolg hilft nach Ansicht der Forscher, die regionalen Populationstrends der Arten zu erklären und zukünftige Veränderungen im Zuge des Klimawandels vorherzusagen, obwohl auch andere regionabhängige Faktoren (z.B. Verfügbarkeit von Beute) eine Rolle spielen. In einem breiteren Zusammenhang zeigen die Ergebnisse, dass einfache physikalische Auswirkungen von Meereisänderungen auf das Verhalten von Tieren (d.h. wo und wie effizient Tiere gehen, schwimmen, sich ausruhen



Auf die Nahrung kommt es an – Adélie-Pinguin füttert seinen Nachwuchs.

Foto: Jerzy Strzelecki

und jagen) erhebliche Fitnessfolgen haben können. Biologische Effekte, die bei niedrigeren trophischen Ebenen auftreten (d.h. Änderungen im Beutespektrum), sind ebenfalls wichtig, jedoch komplexer und schwer vorherzusagen. Daher ist die Untersuchung der physikalischen Auswirkungen von Meereisänderungen auf das Verhalten einer Reihe von polaren Raubtieren (Seevögel und Meeressäuger) mithilfe von Tierverfolgungswerkzeugen ein vielversprechender Weg, um zukünftige Änderungen in polaren Ökosystemen besser vorhersagen zu können.

#### Literatur

- EMMERSON, L. & C. SOUTHWELL (2008): Sea ice cover and its influence on Adélie penguin reproductive performance. *Ecology* 89: 2096–2102
- JENOUVRIER, S., C. BARBRAUD & H. WEIMERSKIRCH (2006). Sea ice affects the population dynamics of Adélie

penguins in Terre Adélie. *Polar Biol.* 29: 413–423

ROBERT-COUDERT, Y., A. KATO, K. SHIOMI, C. BARBRAUD, F. ANGELIER, K. DELORD, T. POUPART, P. KOUUBI & T. RACLOT (2018): Two recent massive breeding failures in an Adélie penguin colony call for the creation of a marine protected area in D'Urville Sea/Mertz. *Front. Mar. Sci.* 5: 264

TRIVELPIECE, W. Z., J. T. HINKE, A. K. MILLER, C. S. REISS, S. G. TRIVELPIECE & G. M. WATTERS (2011): Variability in krill biomass links harvesting and climate warming to penguin population changes in Antarctica. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 108: 7625–7628

TURNER, J. & J. OVERLAND (2009): Contrasting climate change in the two polar regions. *Polar Res.* 28: 146–164

WATANABE, Y. Y., K. ITO, N. KOKUBUN & A. TAKAHASHI (2020): Foraging behavior links sea ice to breeding success in Antarctic penguins. *Science Advances* 6/eaba4828: 9 pp.

WATANUKI, Y., A. KATO, Y. MORI & Y. NAITO (1993): Diving performance of Adélie penguins in relation to food availability in fast sea-ice areas: comparison between years. *J. Anim. Ecol.* 62: 634–646.



Antarktischer Krill zählt zur Hauptnahrung von Adélie-Pinguinen.

Foto: Jan van Franeker, Wageningen Marine Research

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Seevögel - Zeitschrift des Vereins Jordsand zum Schutz der Seevögel und der Natur e.V.](#)

Jahr/Year: 2020

Band/Volume: [41\\_4\\_2020](#)

Autor(en)/Author(s): Hartwig Eike

Artikel/Article: [Weniger Eis in der Antarktis, dafür mehr Nachwuchs für Pinguine! 14-16](#)