

3.16 Auswirkungen von Klimaänderungen auf Seevögel

ULRIKE KUBETZKI & STEFAN GARTHE

Effects of climate change on seabirds: Birds respond quickly to changes in the environment and are therefore suitable bioindicators. They show a variety of responses to on-going climatic changes. Such effects have been documented for a number of species in the North Atlantic, mostly showing trends in breeding numbers, changes in the breeding phenology as well as alterations in several demographic parameters such as breeding productivity and survival rates. Three case studies dealing with Thick-billed Murres and Common Eiders in the Canadian Arctic, Eurasian Oystercatchers in the Wadden Sea and Adelle Penguins and other seabirds in the Antarctic further illustrate effects of climate change on seabirds.

Vögel reagieren schnell auf Veränderungen der Umwelt und sind daher gute Bio-Indikatoren. Einerseits lassen sie sich vergleichsweise leicht quantitativ erfassen. Andererseits liegen aufgrund jahrzehntelanger professioneller und ehrenamtlicher Forschungstätigkeiten zu vielen Arten umfangreiche und langjährige Datenreihen vor, die thematisch vor allem Bestandsveränderungen und jahreszeitliche Aspekte (Erstankunft, Zugzeiten) betreffen.

Untersuchungen haben gezeigt, dass sich auf Grund der aktuellen klimatischen Veränderungen die Verbreitungsgebiete von Vögeln verschieben. So verlagern viele Vogelarten Nordamerikas und Europas ihre Brut- und Nichtbrut-Bereiche in nördlichere Breiten, um so der zunehmenden Erwärmung zu entgehen, dabei können sie vielfach aber auch neue, bisher zu kalte Brutgebiete erschließen. Tropische Vogelarten reagieren anders: sie wandern in höhere Lagen entlang von Gebirgshängen, wo es ebenfalls kühler ist. Diese Verlagerungen haben nachweislich die Zugstrategien sowie die Zusammensetzung und Struktur von Vogelgemeinschaften beeinflusst. Arealverschiebungen auf Grund klimatischer Änderungen stellen kein grundsätzlich neues Phänomen dar und sind im Verlauf der Erdgeschichte immer wieder aufgetreten. In den letzten Jahren konnten jedoch auffällige und vielfältige Veränderungen registriert werden (LA SORTE & JETZ 2010).

CRICK (2004) fasst diese unter folgenden Schwerpunkten zusammen:

- Veränderungen in der Verbreitung
- Veränderungen in der jahreszeitlichen Chronologie
- Auswirkungen auf demographische Faktoren
- Bestandsveränderungen
- Klimawandel und natürliche Selektion

In diesem Kapitel soll der aktuelle Kenntnisstand zu den Auswirkungen des Klimawandels auf Seevögel dargelegt werden. Neben einer Übersicht, die sich vor allem auf Forschungsarbeiten im Nordatlantik stützt, sollen drei Fallbeispiele aktuelle Einflüsse von Klimaänderungen auf Seevögel aufzeigen.

Klima und Seevögel

Eines der auffälligsten Phänomene bei Seevögeln sind Veränderungen der Bestände brütender oder durchziehender Arten. Aus vielen Bereichen der Welt gibt es Zeitreihen über 30 Jahre und mehr. Jedoch ist es oft schwierig, bestimmte Gründe für eine Abnahme oder Zunahme von Arten in direkten Zusammenhang zu bringen, da viele Seevogelarten in der Lage sind, Umweltveränderungen durch ihre Flexibilität zu kompensieren, z.B. durch Veränderungen im Verhalten oder in ihrer Fortpflanzungs-Strategie. Bestände können mit einer zeitlichen Verzögerung auf bestimmte Auslöser reagieren, die als Gründe nicht immer sofort erkennbar sind.

Veränderungen in der Häufigkeit von Seevögeln treten als Reaktion auf verschiedenskalierte klimatische Variablen, also z.B. Meerestemperatur, Windgeschwindigkeit und Salzgehalt auf (VEIT & MONTEVECCHI 2006). Besonders informativ bezüglich der Anpassungsfähigkeit von Seevögeln sind deren Reaktionen auf klimatische Zyklen, bei denen es zu periodischen Veränderungen in klimatischen Variablen kommt. Gut bekannt ist das ENSO-Phänomen (El Niño-Southern Oscillation). Der ENSO-Zyklus tritt in einem Intervall von 5–7 Jahren auf und weist große Fluktuationen bei der Meerestemperatur in den obersten Wasserschichten auf. Er zeigt die stärksten Effekte im Bereich des Äquators und die damit verbundenen Fluktuationen machen sich auch nördlich und südlich bis in gemäßigte Breiten bemerkbar. So zeigen sich Auswirkungen bei der Reproduktion von Seevögeln mit zeitlicher Verzögerung gegenüber dem ENSO-Zyklus u. a. für die Westküste Nordamerikas, die subantarktischen Inseln und den Indischen Ozean. In manchen Jahren traten bei einigen Seevogel-Populationen katastrophale Brutauffälle auf, zeitweise sogar eine beträchtliche Sterblichkeit bei Altvögeln. Im allgemeinen folgen dieser Phase hoher Sterblichkeit in den folgenden Jahren die Rückkehr zum Zustand der Bedingungen vor dieser Störung, so dass die Langzeitauswirkungen normalerweise keine Schädigung der Populationen zur Folge haben. Eine

beeindruckende Anpassung zeigt der Guanotöpel: als einzige Art seiner Familie legt er bis zu 3 Eier, ist bereits nach einem Jahr geschlechtsreif und hat sich so hervorragend an den ENSO-Klimazyklus angepasst, in dem er starke Verluste bei El Niño Ereignissen schnell kompensieren kann (FURNES & MONAGHAN 1987).

Die kompensatorischen Fähigkeiten von Seevögeln einerseits wie auch die kumulativen Wirkungen verschiedenster anthropogener Eingriffe andererseits erschweren die Analyse von Schlüsselprozessen. Daten zur Seevogelverbreitung in der Nordsee werden seit dem Jahr 1979 erhoben und seit 1991 international koordiniert und archiviert. Eine Langzeitanalyse dieser Daten zeigt, dass von den häufigen Seevogelarten ausschließlich solche im Bestand auf See – sowohl während des Sommers als auch im Winter – abgenommen haben, die sich zu einem erheblichen Teil von Fischereiabfällen ernähren, während Bestandszunahmen davon unabhängig waren. Silber- und Mantelmöwen sowie Eissturmvögel haben am stärksten abgenommen – genau entsprechend unserer Annahme, was passieren würde, wenn Discards und Schlachtabfälle verringert werden. In diesem Fall ist es wahrscheinlich, dass die veränderte Fischereipraxis (u.a. in Form geringerer Fangmengen und größerer Maschenweiten) weniger für Seevögel nutzbare Fischereiabfälle produziert hat und dieser Vorgang mögliche klimatische Effekte in ihrer Bedeutung für die betroffenen Vogelarten überlagert (GARTHE unveröff., ICES 2009).

In einem der bestdokumentierten Beispiele zu Klima-Effekten auf Seevogel-Bruterfolge zeigen FREDERIKSEN et al. (2004), dass Dreizehenmöwen in der nordwestlichen Nordsee in den letzten Jahrzehnten stark im Bestand abgenommen haben. Dieser Bestandsrückgang ist auf zwei wesentliche Faktoren zurückzuführen, und zwar einerseits auf Fischereieffekte (mutmaßliche Überfischung von Sandaalen als Hauptbeute der Dreizehenmöwe) und andererseits auf klimatische Faktoren. Zunächst wurden Jahre mit intensiver Industriefischerei auf Sandaale in der Nähe der Brutplätze der Dreizehenmöwen von solchen mit einem Fischereiverbot getrennt. Für beide Datensätze konnte dann gezeigt werden, dass der Bruterfolg der Dreizehenmöwen in der ostschottischen Kolonie Isle of May mit der Meeresoberflächen-Temperatur zusammenhing; je wärmer das Wasser während der Brutzeit war, desto geringer war der Bruterfolg. Die zunehmende Erwärmung des Nordost-Atlantiks und der Nordsee haben wesentliche Veränderungen in den Planktongemeinschaften hervorgerufen, die die Hauptbeute von Sandaalen sind. Sandaale sind wiederum die Hauptbeute von Seevögeln in diesem Teil der Nordsee.

Umfangreiche Arbeiten an Seevögeln in vielen Be-

reichen des Nordatlantiks belegen eine Vielzahl von Zusammenhängen mit klimatischen Variablen; diese sind in Tab. 3.16-1 zusammengefasst.

Fallbeispiel: Dickschnabellummen und Eiderenten in der kanadischen Arktis

In Bereich der Hudson Bay in Kanada leben über 2 Millionen Seevögel, insbesondere Dickschnabellummen und Eiderenten. Damit ist die Region von internationaler Bedeutung für das Vorkommen dieser beiden Arten. Die Brutbiologie der Vögel ist untrennbar verbunden mit der Verbreitung von Meereis und dem Zeitpunkt seiner Schmelze (MALLORY et al. 2010). Dieses bestimmt die Verteilung offener Wasserflächen und damit den Zugang zu Nahrung. Für die fischfressenden Lummen führt das zunehmende frühere Schmelzen des Meereises im Jahresverlauf dazu, dass die Brutzeit nicht mehr mit der optimalen Nahrungsverfügbarkeit übereinstimmt. Die Dickschnabellummen haben zwar ihre Brutzeit ebenfalls etwas nach vorne verlegt, aber nicht in ausreichendem Maße, um mit dem früheren Auftauen des Eises Schritt zu halten. Für die Eiderenten sind die zeitlichen Veränderungen beim Eis jedoch von Vorteil: sie können früher nach Muscheln auf dem Meeresgrund tauchen. Die Weibchen können sich so umfangreichere Körperreserven vor der Brutzeit anlegen, da ausschließlich sie die Bebrütung der Eier übernehmen.

Fallbeispiel: Austernfischer im Wattenmeer

Neben dem Anstieg des Meeresspiegels spielen für die Brutvögel der Küsten des Wattenmeeres auch zunehmende Sturmfluten im Sommer eine potenziell bedrohliche Rolle. VAN DE POL et al. (2010) haben dieses Phänomen und seine möglichen Auswirkungen auf verschiedene Vogelarten untersucht, wobei der Austernfischer, die Charakterart der Wattenmeerküste, besondere Berücksichtigung fand. Die Autoren entwickelten eine Risikoabschätzung für Küstenbrutvögel, bezogen auf die Häufigkeit, die Stärke und die Zeitpunkte von sommerlichen Sturmfluten. Dazu brachten sie die Höhe der Salzwiesen, auf denen die Vögel brüten, sowie die Lage und die zeitliche Exposition der Vogelnester in Bezug. Es zeigte sich, dass die Häufigkeit von besonders hoch auflaufendem Hochwasser zugenommen hat, insbesondere zu der Zeit, wo die Küsten der meisten Küstenvogelarten frisch geschlüpft und besonders verwundbar sind. VAN DE POL et al. (2010) zufolge befinden sich im Mittel 81% der Austernfischer-Nester in Bereichen, die von Sturmfluten betroffen sind. Für diese Art ziehen die Autoren die Schlussfolgerung, dass

Tab. 3.16-1: Zusammenhänge zwischen Klima-Variablen und Seevögeln im Nord-Atlantik. Die Zusammenstellung basiert auf detaillierteren Angaben in ICES (2009).

Seevogel-Parameter Vogelart		Gebiet	Klima-Variable	Zusammenhang
Brutverbreitung	<i>Heringsmöwe</i>	GB	Meerestemperatur	positiv
	<i>Basstölpel</i>	GB	Meerestemperatur	positiv
Bruterfolg	<i>Eissturmvogel</i>	Orkney (Nordsee)	NAO Index	(1)
	<i>Papageitaucher</i>	Røst (Norwegensee)	Meerestemperatur	positiv
	<i>Papageitaucher</i>	Røst (Norwegensee)	Salinität	negativ
	<i>Mantelmöwe</i>	Newfoundland	Meerestemperatur	positiv
	<i>Silbermöwe</i>	Newfoundland	Meerestemperatur	positiv
	<i>Dreizehenmöwe</i>	Newfoundland	Meerestemperatur	positiv
	<i>Wellenläufer</i>	Newfoundland	Meerestemperatur	positiv
	<i>Dreizehenmöwe</i>	Isle of May (Nordsee)	Meerestemperatur	negativ
	<i>Dreizehenmöwe</i>	GB	Meerestemperatur	negativ
Überlebensrate	<i>Eissturmvogel</i>	Orkney (Nordsee)	NAO Index	negativ
	<i>Krähenscharbe</i>	Isle of May (Nordsee)	Aufländiger Wind, Niederschlag	negativ
	<i>Dreizehenmöwe</i>	Isle of May (Nordsee)	Meerestemperatur	negativ
	<i>Papageitaucher</i>	Nordsee, Irische See	Meerestemperatur	negativ
	<i>Papageitaucher</i>	Røst (Norwegensee)	Meerestemperatur	positiv
	<i>Papageitaucher</i>	Norwegen (Barentssee)	Meerestemperatur	negativ
	<i>Trottellumme</i>	Norwegen (Barentssee)	Meerestemperatur	negativ
	<i>Dreizehenmöwe</i>	Norwegen (Barentssee)	Meerestemperatur	positiv
Bestandsänderung	<i>Trottellumme</i>	Zirkumpolar	Meerestemperatur	(2)
	<i>Dickschnabellumme</i>	Zirkumpolar	Meerestemperatur	(2)
	<i>Dreizehenmöwe</i>	Isle of May (Nordsee)	Meerestemperatur	negativ
	<i>Basstölpel</i>	Newfoundland	Meerestemperatur	positiv
Zeitpunkt des Brutgeschäftes	<i>Dreizehenmöwe</i>	Isle of May (Nordsee)	NAO Index	positiv
	<i>Trottellumme</i>	Isle of May (Nordsee)	NAO Index	positiv
	<i>Papageitaucher</i>	St. Kilda (NE-Atlantik)	Meerestemperatur	positiv
	<i>Papageitaucher</i>	Røst (Norwegensee)	NAO Index	negativ
	<i>Krähenscharbe</i>	Isle of May (Nordsee)	Wind	negativ
	<i>Dreizehenmöwe</i>	Isle of May und Farne Islands (Nordsee)	NAO Index	negativ
	<i>Trottellumme</i>	Isle of May und Farne Islands (Nordsee)	NAO Index	negativ
	<i>Tordalk</i>	Isle of May und Farne Islands (Nordsee)	NAO Index	negativ
	<i>Papageitaucher</i>	Isle of May und Farne Islands (Nordsee)	NAO Index	negativ
	<i>Trottellumme</i>	Ostsee	Lufttemperatur	negativ
Energetische Kosten für die Nahrungssuche	<i>Trottellumme</i>	Isle of May (Nordsee)	Sturmwetter	positiv
	<i>Eissturmvogel</i>	Shetland (Nordsee)	Windgeschwindigkeit	negativ

(1) Negativer Zusammenhang beim Schlupferfolg, positiver Zusammenhang bei der Anzahl ausgeflogener Jungvögel

(2) Bestandszunahmen bei kleinen Änderungen, Bestandsabnahmen bei großen Änderungen



Abb. 3.16-1: Adeliepinguine in der Antarktis. Photo: U. Kubetzki.

das zunehmende Überflutungsrisiko den Bruterfolg so stark beeinträchtigt, dass die Brutbestände langfristig abnehmen werden. Dieses wird vor allem dadurch problematisch, dass es zusammen mit anderen anthropogenen Aktivitäten (Intensivierung der Landwirtschaft, Muschelfischerei, zunehmende Freizeitaktivitäten des Menschen) die Lebensbedingungen der Austernfischer an der niederländisch-deutsch-dänischen Wattenmeerküste verschlechtert.

Fallbeispiel: Pinguine und andere Seevögel in der Antarktis

Im Unterschied zur Nordhalbkugel gibt es von der Südhalbkugel kaum längerfristige Studien zu klimabedingten Veränderungen in der saisonalen Abfolge biologischer Prozesse. BARBRAUD & WEIMERSKIRCH (2006) untersuchten auf Basis des einzigen langfristigen Datensatzes die Veränderungen der Zeitpunkte von Ankunft am Brutplatz und Eiablage in einer Seevogelgemeinschaft in der östlichen Antarktis. Mit Ausnahme einer einzigen Vogelart zeigten alle anderen, acht untersuchten Seevogelarten ein späteres Erscheinen am Brutplatz sowie eine spätere Eiablage. Aufgrund der starken jährlichen Variabilität konnten die Trends nur in einigen Fällen statistisch abgesichert werden. Die Verzögerung der Eiablage beim Adeliepinguin war am stärksten ausgeprägt (Abb. 3.16-1). Die Autoren erklären die beobachteten Phänomene mit einer insgesamt verringerten räumlichen Ausdehnung von Meereis im Untersuchungsgebiet und einer gleichzeitig festgestellten Verlängerung der Eisbedeckungszeit. Dies führt offensichtlich zu einer verringerten Nahrungsverfügbarkeit für die meisten Seevogelarten, so dass sie später – wenn das Eis sich weiter zurückgezogen hat – mit

dem Brutgeschäft beginnen. Dieses Beispiel zeigt auch, dass der Klimawandel in verschiedenen Bereichen der Erdkugel unterschiedliche Trends aufweist.

Schlussfolgerungen

Die aufgezeigten Beispiele zeigen eindeutig auf, dass die aktuellen Klimaveränderungen Einfluss auf die Lebensbedingungen von Seevögeln haben. Dieses betrifft einerseits die Bestände vieler Arten. Andererseits sind es demographische Parameter wie die Anzahl geschlüpfter und flügger Jungvögel bzw. die Überlebensraten von Alt- und Jungvögeln, die von Klimafaktoren beeinflusst werden. Bei ziehenden Landvögeln sind Klimaeffekte oft direkt durch die Lufttemperatur bestimmt. Im Gegensatz dazu wirken sich Temperaturänderungen bei Seevögeln meist indirekt aus. Veränderungen der Meerestemperaturen verändern physikalische und biologische Prozesse im Meer, die sich dann auf die Seevögel auswirken. Die Wirkung dieser klimatischen Parameter realisiert sich also oft über Änderungen im Ökosystem, vor allem über die Nahrung, und nicht über die Temperatur selbst. Es gibt aber auch direkte Wirkungen der Temperatur auf Seevögel. Luft- und Meerestemperatur beeinflussen wesentlich die Energiekosten, die Vögel zur Aufrechterhaltung ihrer Körpertemperatur aufwenden müssen. Dies hat z.B. zur Folge, dass viele Arten bei ansteigenden Temperaturen in immer nördlichere Gefilde zum Brüten ausweichen; insofern sind von diesem Vorgang vor allem die grundlegenden Verbreitungsmuster betroffen (z.B. HUNTLEY et al. 2007).

Erschwert werden die Analysen zu möglichen Zusammenhängen zwischen Klimafaktoren und Seevögeln oftmals dadurch, dass die Trennung zwischen natür-

licher Variabilität und anthropogenen Effekten schwierig ist. Neben den vielen natürlichen Faktoren, die auf Seevögel einwirken, kommen oft noch eine Vielzahl anthropogener Faktoren hinzu. Genau hier ist auch das Problem für Seevögel, die sich auf die natürlichen Prozesse in hohem Maße evolutiv eingestellt haben, aber durch die zusätzlichen anthropogenen Auswirkungen an ihre Grenzen bzw. darüber gebracht werden. Ein Beispiel dafür sind die sogenannten Guanovögel, die sich mit ihrer Biologie auf den ENSO-Zyklus eingestellt haben, aber die Effekte der intensiven Fischerei in der Mitte des letzten Jahrhunderts (Nahrungsverknappung durch Überfischung) nicht mehr kompensieren konnten. Die Abschätzung aller anthropogenen Effekte zusammen, unter besonderer Berücksichtigung klimatischer Faktoren, wird in den nächsten Jahrzehnten eine zentrale Rolle in der allgemeinen Meeres- wie in der speziellen Seevogelforschung spielen.

Literatur

- BARBRAUD C. & H. WEIMERSKIRCH (2006): Antarctic birds breed later in response to climate change. *Proc. Nat. Acad. Sci. US* 103, 6248-6251.
- CRICK H. Q. P. (2004): The impact of climate change on birds. *Ibis* 146, 48-56.
- FREDERIKSEN M., S. WANLESS, M. P. HARRIS, P. ROTHERY & L. J. WILSON (2004): The role of industrial fisheries and oceanographic changes in the decline of North Sea Black-legged Kittiwakes. *J. Appl. Ecol.* 41, 1129-1139.
- FURNESS R. W. & P. MONAGHAN (1987): *Seabird ecology*. Blackie, Glasgow.
- HUNTLEY B., R. GREEN, Y. COLLINGHAM & S. G. WILLIS (2007): *A climatic atlas of European breeding birds*. Lynx Edicions, Barcelona.
- ICES (2009): Report of the Working Group on Seabird Ecology (WGSE). ICES Doc. CM 2009/LRC:05.
- LA SORTE F. A. & W. JETZ (2010): Avian distributions under climate change: towards improved projections. *J. Exp. Biol.* 213, 862-869.
- MALLORY M. L., A. J. GASTON, H. G. GILCHRIST, G. J. ROBERTSON & B. M. BRAUNE (2010): Effects of climate change, altered sea-ice distribution and seasonal phenology on marine birds. In: FERGUSON S. H., L. L. LOSETO & M. L. MALLORY (Hrsg.), *A little less arctic: top predators in the World's largest northern inland sea, Hudson Bay*. Springer, 179-195.
- VAN DE POL M., B. J. ENS, D. HEG, L. BROUWER, J. KROL, M. MAIER, K.-M. EXO, K. OOSTERBEEK, T. LOK, C. M. EISING & K. KOFFIJBERG (2010): Do changes in the frequency, magnitude and timing of extreme climatic events threaten the population viability of coastal birds? *J. Appl. Ecol.* 47, 720-730.
- VEIT R. R. & W. A. MONTEVECCHI (2006): The influences of global climate change on marine birds. *Acta Zool. Sin.* 52, 165-168.

*Dr. Ulrike Kubetzki & Dr. Stefan Garthe
Universität Kiel*

*Forschungs- und Technologiezentrum Westküste
Hafentörn 1 - 25761 Büsum
kubetzki@ftz-west.uni-kiel.de
garthe@ftz-west.uni-kiel.de*