

Hintergrundinformation

Auswirkungen des Klimawandels auf Arten weltweit

Artensterben im Treibhaus

Seit dem Ende der letzten Kaltzeit vor etwa 10.000 Jahren stieg die mittlere globale Oberflächentemperatur der Erde um etwa zwei Grad von 13 auf 15 Grad Celsius an. Von 1880 bis 2012 erfolgte eine Erhöhung um etwa 0,85 Grad Celsius¹. Der Zeitraum von 1983-2012 war die wärmste 30-Jahrperiode auf der nördlichen Halbkugel seit 1300 Jahren². Nach Angaben von Wissenschaftlern sind über 90 Prozent dieses Anstiegs auf menschliche Aktivitäten vor allem auf den Ausstoß von Treibhausgasen zurückzuführen. Setzt sich dieser Kurs fort, prognostizieren Klimatologen für die nächsten 100 Jahre eine weitere mittlere globale Erwärmung von etwa 1,1 bis 6,4 Grad Celsius. Das hat dramatische Auswirkungen auf unsere Umwelt.

Nach dem im Frühjahr 2014 veröffentlichten IPCC-Bericht (Intergovernmental Panel on Climate Change) wird Klimawandel mit großer Sicherheit zum Anstieg der Aussterbewahrscheinlichkeit von landlebenden Arten im nächsten Jahrhundert beitragen. Das Artensterben hat bei bestimmten Tiergruppen in den letzten Jahrzehnten zugenommen, aber nur wenige dieser Fälle sind direkt der globalen Erwärmung zuzuschreiben. Der vorherrschende Bedrohungsfaktor für Arten weltweit ist weiterhin Landnutzungsänderung, vor allem der resultierende Verlust und Zerstückelung von Lebensräumen bedrohter Arten. Gerade jedoch diese Zerschneidung von Gebieten kann zur Bedrohung bestimmter Arten durch Klimawandel beitragen, weil sie ihnen die Möglichkeit der Anpassung an Klimawandel nimmt, beispielsweise durch Verschiebung ihrer Verbreitungsgebiete³.

Im 20. Jahrhundert wurden vielfältige Klimaveränderungen beobachtet, deren Trend sich verstärken wird. Mit den veränderten Ökosystemen, gestalten sich die Lebensbedingungen für viele Tiere und Pflanzen neu. Beispiele dafür sind:

- Früher einsetzender Blattaustrieb und Blütenbildung – „vorgezogener Frühling“
- Verschiebung der Lebensräume vieler Organismen in größere Höhen oder polwärts
- Dezimierung zahlreicher Tier- und Pflanzenpopulationen
- Verändertes Brut- und Wanderungsverhalten bei Vögeln
- Einwanderung nicht heimischer (invasiver) Tier- und Pflanzenarten.

Für südlich verbreitete, wärmeliebende Arten und anpassungsfähige Arten (Generalisten) mit größerer Toleranz gegenüber Umweltveränderungen wurden in Europa Ausdehnungen ihres Lebensraums in kühlere Klimate beobachtet. Gleichzeitig wird für weniger wärmebedürftige Arten der bislang kühleren Klimate und für an bestimmte Umweltbedingungen angepasste, spezialisierte Arten (z.B. Insel-, Küsten- oder Gebirgsarten) eine Verschiebung bzw. Verkleinerung ihrer Verbreitungsgebiete festgestellt. Am Ende dieser Entwicklung stehen eine Homogenisierung der Flora und Fauna und ein Verlust an Biodiversität mit weniger Arten insgesamt. Dabei gilt allgemein: Anpassungsfähige Arten (Generalisten) werden vom Klimawandel auf Kosten hochspezialisierter Arten (Spezialisten) profitieren.

Viele Ökosysteme sind für Klimaänderungen besonders anfällig. Einige von ihnen werden dauerhaft geschädigt, wie beispielsweise Gletscher, Korallenriffe, Mangrovenwälder, boreale und tropi-

¹ IPCC, 2013

² IPCC, 2013

³ IPCC (2014), Kapitel 4

sche Wälder, Prärie- und Feuchtgebiete, Graslandschaften sowie arktische und alpine Ökosysteme. Auch Regionen mit derzeit besonders hoher biologischer Vielfalt („Biodiversity hot spots“) werden sich auf Grund der Klimaänderung verändern und viele Arten könnten verschwinden.

Bei niedrigen Raten des Klimawandels werden sich viele Arten an die Veränderungen anpassen können, sei es durch Lebensraumverschiebung oder tatsächliche genetische Veränderungen. Selbst nach solchen Anpassungen leben Arten oft mit einer sogenannten „Aussterbeschuld“ – sie leben unter suboptimalen Bedingungen, in verkleinerten Verbreitungsgebieten oder in verringerten Populationsgrößen. Selbst wenn der Klimawandel nicht direkt zum Aussterben von Arten führt, macht er Arten also anfälliger für andere, nicht klimabedingte Bedrohungsfaktoren wie Lebensraumverlust oder Verschmutzung⁴.

Säugetiere

Das bekannteste vom Klimawandel betroffene Säugetier ist zweifelsohne der Eisbär. Aber nicht nur in den Polarregionen wird der Klimawandel zur Bedrohung, auch in tropischen Wäldern sind Tierarten durch Klimawandel indirekt bedroht. Ikonische Säugetierarten wie Berggorilla oder Großer Panda haben schon heute nur sehr kleine Verbreitungsgebiete und sind damit besonders empfindlich für zusätzliche Störungen.

Eisbär (*Ursus maritimus*)⁵

Die Temperaturen steigen in der Arktis etwa doppelt so schnell wie in der restlichen Welt. In einigen Regionen der Arktis hat sich die Durchschnittstemperatur seit 1950 um 3-4°C erhöht⁶. Die sommerliche Meereisbedeckung nimmt seit Beginn der Satellitenaufnahmen 1979 um durchschnittlich 80.000 Quadratkilometer pro Jahr ab, was etwa der Fläche Österreichs entspricht⁷. Außerdem ist die Dicke des Eises im Sommer in den letzten 30 Jahren um bis zu 40 Prozent geschrumpft. Laut manchen Modellberechnungen könnte der Nordpol schon im Jahr 2020 in den Sommermonaten eisfrei sein⁸.

Eisbären stehen an der Spitze der Nahrungskette des arktischen Meeres und gelten als Indikator-Art, die den Einfluss des Klimawandels auf das Ökosystem der arktischen Meere anzeigt. Denn Eisbären sind hochspezialisierte Räuber, die im langen Winter vollständig vom Packeis abhängig sind, um dort nach Robben, ihrer Hauptnahrung, zu jagen. Wenn das Packeis durch Erwärmung in seiner Ausdehnung, Dicke und Dauer abnimmt, müssen die Eisbären mehr Energie für die Nahrungssuche aufwenden und länger ohne Nahrung auskommen als zuvor.

Die negativen Auswirkungen des Klimawandels werden sowohl durch Beobachtungen in der Vergangenheit als auch durch Modellprognosen für die Zukunft unterstützt. In zwei von 19 untersuchten Eisbärpopulationen sind ausreichend Daten vorhanden, um Populationsrückgänge auf Klimawandel zurück zu führen. Die Auswirkungen am Tier selbst zeigen sich durch schlechte Körperverfassung, geringes Wachstum, niedrige Fortpflanzungsrate und weniger überlebende Jungtiere. Die Population in der westlichen Hudson Bay hat von 1987 bis 2004 um über ein Fünftel abgenommen, und dieser Rückgang ist wahrscheinlich auf Klimawandel zurück zu führen.

Der Klimawandel wird in der Zukunft mit hoher Wahrscheinlichkeit weitere Probleme für den Eisbären mit sich bringen. Durch größere Eisschmelzen könnten Wanderungsdistanzen für Eisbären so groß werden, dass Bären ertrinken, Jungbären sterben und der energetische Aufwand für die Tiere allgemein stark ansteigt. Eisbären können sich nicht ohne weiteres auf Nahrungsquellen auf dem Festland umstellen und sich daher kaum an Klimawandel und den resultierenden Eisrückgang anpassen.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass Einzelpopulationen des Eisbären als Folge des Klimawandels aussterben werden – unter dem extremen Klimawandel-Szenario A1B sogar bis zu 66% bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts⁹. Das Aussterben *aller* Eisbären durch den Klimawandel bleibt zwar

⁴ IPCC (2014), Kapitel 4

⁵ Alle Quellen in diesem Absatz, wenn nicht separat angeben IPCC (2014), Kapitel 28

⁶ Arctic Climate Impact Assessment, 2004

⁷ AWI, 2012 b

⁸ Stroeve et al, 2007

⁹ Mit A1B verwendet diese im aktuellen IPCC-Bericht zitierte Studie eines der Klimawandelszenarien vergangener IPCC Sachstandsberichte, die im aktuellen Bericht nicht mehr verwendet werden.

unwahrscheinlich, aber aus südlichen Teilen ihres Verbreitungsgebiets werden die Tiere mit hoher Wahrscheinlichkeit verschwinden.

Arktische Robben und Wale¹⁰

Auch andere arktische Säugetiere sind durch den Klimawandel akut bedroht. Besonders Arten wie der **Narwal** (*Monodon monoceros*), deren Lebensräume strikt an Meereseis gebunden ist, könnten in ihren Beständen zurückgehen. Der Rückgang des Sommersees wird sich aber auch negativ auf die Populationen vieler Robbenarten auswirken, darunter **Walrosse** (*Odobenus rosmarus*) und **Ringelrobben** (*Pusa hispida*).

Ringelrobben benötigen zur Aufzucht ihres Nachwuchses Schneehöhlen auf dem Packeis. In den Höhlen ist die Temperatur warm und relativ stabil zwischen minus 9 und 0 Grad Celsius. Außerhalb der Höhlen können die Temperaturen auch im Frühjahr noch auf minus 30 Grad Celsius fallen und bei Wind sogar auf bis zu minus 70 Grad Celsius. Daher werden die durch Klimawandel veränderten Schneefallmuster den für die Robben zur Fortpflanzung geeigneten Lebensraum bis 2100 um voraussichtlich 70% reduzieren.

Antarktische Wale¹¹

Die Hauptnahrungsquelle für viele Bartenwale der südlichen Ozeane – darunter das größte lebende Säugetier, der **Blauwal** (*Balaenoptera musculus*) – ist der Krill. Diese Kleinkrebse ernähren sich von Algen, die sich am Polareis entwickeln. Mit dem Eis gehen auch die Algen zurück, und mit den Algen die Krillbestände. Selbst wenn der beobachtete Krill-Schwund noch mit anderen Faktoren zusammen hängen könnte, bedeutet ein Rückgang an Krill stets weniger Nahrung für die Wale. Insgesamt bleibt es aber schwierig, den heutigen Einfluss des Klimawandels auf Walpopulationen verlässlich nachzuweisen – derzeit erholen sich die Wale der Antarktis von der Übernutzung in Zeiten des Walfangs, und diese Entwicklungen wirken in unterschiedliche Richtungen.

Tiger

Nur noch etwa 3200 **Tiger** (*Panthera tigris*) leben heute noch in den Wäldern Asiens, getrennt in Populationen in Indien, Bhutan, Bangladesch und Nepal, Südost-Asien sowie Russland und China. Der Klimawandel bedroht besonders die Tiger Südost-Asiens. Studien sagen voraus, dass längere Trockenperioden zusammen mit Abholzung, Feuer und Baumsterben dazu führen können, dass schon zerstückelte Wälder noch empfindlicher für Störungen durch den Klimawandel werden¹². Das würde die verbliebenen Lebensräume des Tigers in Südostasien stark gefährden.

Auch die Tiger des indischen Subkontinents sind durch Klimawandel gefährdet. In den Mangroven der Sundarbans in Indien und Bangladesch – mit etwa 300 Tigern alleine im indischen Teil Heimat einer der größten Tigerpopulationen der Welt – könnte der vorausgesagte Meeresspiegelanstieg von 26cm zum Verlust von 96% des dortigen Tigerlebensraums führen¹³. Der Verlust einer so großen Tigerpopulation wäre es harter Schlag für den Tigerschutz weltweit.

Großer Panda

Vom **Großen Panda** (*Ailuropoda melanoleuca*) gibt es nur noch 1600 Tiere in den Bergen Chinas. Als Nahrungsspezialisten für verschiedene Bambusarten sind diese Tiere besonders anfällig für klimabedingte Veränderungen ihres Lebensraums. Studien sagen voraus, dass das Verbreitungsgebiet der dominanten Bambusarten in der bergigen Heimat der Pandas bis 2100 stark zurückgehen wird¹⁴. Der Klimawandel könnte sich also negativ auf das Überleben dieser charismatischen, bedrohten Pflanzenfresser auswirken.

Vögel

Besonders gefährdet sind viele Vogelarten, vor allem Gebirgs-, Küsten-, Insel- und arktische Arten. Denn diese Vögel haben sich an die besonderen Bedingungen ihrer Lebensräume angepasst und können auf die Veränderungen oft nicht schnell genug reagieren.

So ist zum Beispiel die **Trottellume** (*Uria aalge*), die in der gesamten Nordsee und auch auf Helgoland vorkommt, durch ansteigende Wassertemperaturen und veränderte Strömungsbedin-

¹⁰ Alle Quellen in diesem Absatz: IPCC (2014), Kapitel 28

¹¹ Alle Quellen in diesem Absatz: IPCC (2014), Kapitel 28

¹² IPCC (2014), Kapitel 24

¹³ Loucks et al., 2010

¹⁴ IPCC (2014), Kapitel 24

gen bedroht. Die mittlere Wassertemperatur der Nordsee ist seit 1962 um 1,5 Grad angestiegen, gleichzeitig wurde das Wasser salziger und klarer¹⁵. Durch diese großen Veränderungen im marinen Ökosystem veränderte sich die Zusammensetzung des tierischen Planktons, wodurch die Bestände des Sand-Aals, der Hauptbeute der Lummen, deutlich zurückgegangen sind¹⁶. Die Folge ist der vielfach ausbleibende Bruterfolg der Trottellume.

Auch andere Zugvögel sind vom Klimawandel betroffen. Vor und während ihrer langen Reise in die Winterquartiere fressen sie sich wichtige Fettreserven an, von denen sie während des Flugs zehren. Durch die Erwärmung und dem damit verbundenen Anstieg des Meeresspiegels werden küstennahe Feuchtgebiete überschwemmt und sind als Start- und Rastplätze unbrauchbar. Die Klimaveränderung kann außerdem dazu führen, dass sich die Jahreszeiten verschieben, also zum Beispiel der Frühling früher als üblich einsetzt. Auch das hat drastische Auswirkungen für die ziehenden Vögel: Ihre Hauptnahrung ist dann bei ihrer Ankunft am Zielort zum Teil nicht mehr verfügbar – ausbleibender Bruterfolg ist eine der Folgen. Ein anderes Problem könnte die ausbleibende winterliche Kälte sein. Untersuchungen im Gebiet des Bodensees haben ergeben, dass im Winter normalerweise bis zu drei Viertel aller Vögel sterben, die zwischen Dezember und Februar dort leben. Sind die Winter milder, überleben deutlich mehr Vögel, die mit den zurückkehrenden Langstreckenziehern im Frühjahr um die Nahrung konkurrieren. Dazu kommt noch, dass passende Brutgebiete für Zugvögel sich deutlich polwärts verschieben werden, bei europäischen Zugvögeln im Durchschnitt bis 2100 um 550km nach Nordosten¹⁷.

Sandstrandläufer (*Calidris pusilla*)

Für den Sandstrandläufer, der in der Arktis nistet, ist das richtige Timing überlebenswichtig. Einerseits muss er rechtzeitig aus seinem Winterquartier in Mittel- und Südamerika aufbrechen, damit er noch ausreichend Energie und Kalziumvorräte bei der Ankunft in der amerikanischen Arktis hat, um sein Nest zu bauen und seine Eier abzulegen. Auf der anderen Seite darf er die Arktis nicht zu früh erreichen: Erst nach der ersten Frühlingsschmelze findet er dort Nahrung: Insekten. Besonders für die Küken der Sandstrandläufer ist der richtige Zeitpunkt überlebenswichtig: Sie müssen genau zu dem Zeitpunkt schlüpfen, wenn die Insektenbestände am größten sind. Nur dann wachsen sie schnell genug und sind so kräftig, dass sie nach dem kurzen arktischen Sommer die Reise in den Süden antreten können. Schon ein um acht bis zehn Tage vorgezogener Frühlingsbeginn wirkt auf den Sandstrandläufer existenzbedrohend.

Steinwälder (*Arenaria interpres*), Sanderling (*Calidris alba*) und Knutt (*Calidris canutus*)

Diese Küstenvögel stoppen jährlich an der Delaware Bay an der Nordostküste der USA, um dort Kräfte für die Weiterreise in ihre arktischen Brutgebiete Sibiriens zu sammeln. Dort finden sie die Nahrung, die sie für den langen Flug benötigen: Die nahrhaften Muscheln, Wattwürmer und Krebstiere sind dort zur Rastzeit der Zugvögel millionenfach vorhanden. Der Klimawandel kann dazu beitragen, dass Steinwälder, Sanderling und Knutt früher am Wattenmeer ankommen und dieses Gebiet schon wieder verlassen, bevor die höchste Dichte der Nahrungstiere eingesetzt hat. Die Auswirkungen können verheerend sein: Die Vögel legen nicht genug Fettreserven für den Zug an und die Populationen können zurückgehen.

Kaiserpinguin (*Aptenodytes forsteri*)

Kaiserpinguine nutzen für ihre Brutkolonien sogenanntes „stabiles Eis“, das sich im Herbst bildet und von den Pinguinen über den Winter hinweg zur Paarung, Eiablage und Jungenaufzucht genutzt wird. Durch regionale Erwärmung nehmen die Flächen an verfügbarem Eis ab und damit auch das Brutgebiet der Kaiserpinguine. Im Westen der antarktischen Halbinsel ist innerhalb von etwas mehr als 30 Jahren – nur unwesentlich länger als die Lebensdauer eines einzelnen Kaiserpinguins – eine ganze Pinguinkolonie verschwunden. Gleichzeitig ging hier das Meereseis schneller zurück als an den meisten anderen Orten der Antarktis¹⁸. Dieser Eisrückgang ist auf regionale Erwärmung zurück zu führen, die nicht direkt mit globalem Klimawandel verknüpft sein muss¹⁹. Trotzdem macht das Verschwinden einer ganzen Kolonie von Kaiserpinguinen deutlich, wie empfindliche diese kälteangepasste Art auf den Klimawandel und seine möglichen Folgen reagieren kann.

¹⁵ AWI, 2012 a

¹⁶ Umweltbundesamt, 2009

¹⁷ IPCC (2014), Kapitel 23

¹⁸ Trathan et al., 2011

¹⁹ IPCC (2014), Kapitel 4

Amphibien

Seit den 1970er Jahren wird weltweit ein dramatischer Rückgang der Amphibienarten beobachtet. In den vergangenen zwei Jahrzehnten sind wahrscheinlich mehr als 160 Amphibienarten ausgestorben²⁰. Global sind Amphibien die Tiergruppe, bei der das Aussterben einzelner Arten am stärksten nachweislich vom Klimawandel beeinflusst wird. Die größte Gefährdung geht aber weiterhin von Klimawandel *in Kombination mit anderen Bedrohungsfaktoren* aus, vor allem durch Lebensraumverlust. Veränderungen von Temperatur- oder Niederschlagsverhältnissen wirken sich dabei nicht nur auf die Verhaltensweisen und Fortpflanzungsstrategien, sondern auch auf die Krankheitserreger der Amphibienarten aus.

In neueren Publikationen wird der vermehrte Ausbruch der Pilzinfektion Chytridiomykose bei Amphibien mit regionaler Erwärmung und möglicherweise auch globalem Klimawandel in Bezug gebracht. Diese Krankheit ist mittlerweile fast weltweit verbreitet und zieht bei Infektion oftmals das Aussterben ganzer Populationen nach sich. Besonders in Süd- und Mittelamerika bedroht Chytridiomykose das Überleben von Amphibienbeständen²¹. Betroffen davon sind zum Beispiel Arten der **Stummelfußfrösche** (Gattung *Atelopus*). Bei 202 Amphibienarten wird eine Infektion mit dem Hautpilz als Ursache für ihren drastischen Populationsrückgang vermutet²². Auch für das Verschwinden der **Goldkröte** (*Incilius periglenes*) seit 1989 wird die Infektion mit Chytridiomykose als eine der Hauptursachen angesehen.

Fische

Im Zuge des Klimawandels steigt die Temperatur der Meere deutlich, im Oberflächenbereich beispielsweise im Mittel um etwa 0,1°C pro Jahrzehnt von 1971-2010²³. Schon eine gesamte Erwärmung um 1 bis 2 °C kann zu drastischen Veränderungen in marinen Ökosystemen führen. Dabei ermöglicht die Geschwindigkeit des Klimawandels vielen Organismen keine oder nur eine bedingte Anpassung an die neuen Bedingungen. Andere Arten, wie zum Beispiel die Makrele, verschieben ihre Verbreitungsgebiete deutlich nach Norden.

Insgesamt verändert sich durch den Klimawandel das Beziehungsgeflecht der Arten auch im Meer. Die Verfügbarkeit von Kieselalgen als Nahrungsquelle in der deutschen Bucht passt zum Beispiel nicht mehr zum Auftreten vieler auf diese Algen als Nahrung angewiesenen Arten wie Ruderfußkrebse, die wiederum solchen Fischarten wie Heringen gefressen werden. Und Veränderungen im Wanderverhalten von Heringen in Norwegen verändern die Migrationsmuster der auf diese Fische angewiesenen Schwertwale, was wiederum die Verdienstmöglichkeiten der lokalen Bevölkerung durch Walbeobachtungstourismus in Frage stellt.

Lachsfische (*Salmo spp.*, *Salmo gairdneri* spp., *Oncorhynchus spp.*)

Die verschiedenen Lachs- und Forellenarten sind ein eindrucksvolles Beispiel für den Effekt, den steigende Temperaturen auf Ökosysteme in Flüssen und Meeren haben. Denn erhöhte Wassertemperaturen in den Lebensräumen der Lachse können eine Reihe von direkten und indirekten negativen Auswirkungen auf ihre Bestände haben²⁴. Gerade Lachspopulationen, die in den vergangenen Jahrzehnten durch menschliche Aktivitäten schon stark abgenommen haben, sind besonders anfällig für weitere Störungen.

Zu den direkten Auswirkungen der Wassererwärmung zählen erhöhter physiologischer Stress und Energieverbrauch oder etwa höhere Anfälligkeit für Krankheiten. Höhere Wassertemperaturen führen zu schnellerer Entwicklung der Jungfische, so dass diese zu früh ins Meer ziehen können, bevor das Plankton, ihre Nahrungsquelle, in ausreichender Menge vorhanden ist. Zonen vergleichsweise warmen Wassers können zudem eine Migrationsbarriere für die Lachse darstellen, die den Weg in die Laichgebiete verlängern oder gar versperren können²⁵.

²⁰ IPCC (2014), Kapitel 4

²¹ Skerratt et al., 2007

²² Skerratt et al., 2007

²³ Rhein et al., 2013

²⁴ IUCN, 2009

²⁵ IUCN, 2009

Die weitreichendsten indirekten Auswirkungen des Klimawandels auf Lachse gehen von klimabedingten Veränderungen im Wasserregime der Flüsse aus. Höhere Wintertemperaturen führen zu höherem Wasserfluss im Winter, was zur Ausspülung der Eiablage- und Jungenaufzuchtgebiete der Lachse führen kann. Daher kann die Lachspopulation im Nordwesten der USA je nach Klimamodell bis 2050 um 20 bis 40% zurückgehen²⁶.

Grundsätzlich verringert also der Wassertemperaturanstieg das Verbreitungsgebiet der Lachse und schafft neue Herausforderungen für das Überleben dieser Arten²⁷. Der zusätzliche Druck auf Lachsbestände durch Überfischung, Stauanlagen oder Verschmutzung erschwert dabei die Anpassung der Fische an den Klimawandel.

Korallenriffe

Korallenriffe gehören zu den produktivsten und artenreichsten Ökosystemen der Erde und werden oft als „Regenwald des Meeres“ bezeichnet. Zwar bedecken die Korallenriffe weniger als ein Prozent der Weltmeere, aber sie beheimaten ein Viertel der bekannten Arten im Meer²⁸. Korallenriffe bewahren Küstenlinien vor Erosion und Sturmfluten. Ihre Produktivität, Vielfalt und Schönheit kommt der Fischerei und dem Tourismus weltweit zugute.

In fünf der sechs großen Verbreitungsregionen von Korallen gab es seit 1950 starke Anstiege der Durchschnittstemperatur. Diese Entwicklungen haben zu einem Anstieg der durchschnittlichen Oberflächentemperatur im Meer von 0.44-0.79°C von 1950-2009 geführt²⁹. Diese Temperaturerhöhungen bedrohen Korallenriffe durch die so genannte „Korallenbleiche“. Dieser Farbverlust der Korallenriffe tritt auf, wenn mehrere Wochen lang ungewöhnlich warmes Wasser die Polypen, die lebende Bausteine der Korallenriffe, tötet. Das Ausbleichen kommt durch den Verlust der symbiotischen, einzelligen Algen, den sogenannten **Zooxanthellen**, oder deren Pigmente zustande, die im Gewebe vieler Korallenpolypen leben. Diese Algen leben gut geschützt vor Feinden im Gewebe der Korallen und tragen durch Photosynthese zum Überleben der Korallen bei. Durch den Verlust der symbiotischen Algen verringert sich die Wachstumsfähigkeit der Korallen. Geschieht dies zu häufig oder zu stark, stirbt die Koralle ganz.

Unter einem prognostizierten „worst case scenario“ könnten bedingt durch Korallenbleiche zwischen 2050 und 2100 die Hälfte aller Korallenriffarten vom Aussterben bedroht sein³⁰. Viele Korallenriffe nehmen ohnehin schon jetzt rapide durch lokale Verschmutzung und Übernutzung sowie durch Klimawandel ab. Erhöhte Meerestemperaturen können Korallenbleiche und Massensterben soweit voran treiben, dass Modelle bei mittleren bis hohen Erwärmungen das Verschwinden der meisten Korallenriffe bis 2050 voraussagen³¹. Hinzu kommt die wachsende Bedrohung der Korallen durch zunehmende Versauerung der Meere, die durch die klimawandelbedingte erhöhte CO₂-Aufnahme aus der Atmosphäre in die Meere verursacht wird³². Aktuelle Versauerungsraten sind die höchsten seit mindestens 65 Millionen Jahren³³, also seit dem Aussterben der Dinosaurier. Viele Korallenarten sind besonders empfindlich für die Versauerung, weil saureres Wasser die Bildung ihrer Kalkskelette erschwert oder sogar unterbricht³⁴.

Der Schwund der Korallenriffe hat verheerende Konsequenzen für die Fischerei an den Küsten, da sich viele Jungfische in den Riffen ernähren, bevor sie ins offene Meer ziehen. Außerdem bieten Korallen den Fischen Schutz vor Feinden.

Insekten

Da die Körpertemperatur von Insekten weitgehend von der umgebenden Temperatur abhängt, reagieren sie besonders stark auf Temperaturveränderungen. Zusätzlich sind Insekten durch ihre

²⁶ IPCC (2014), Kapitel 3

²⁷ IUCN 2009

²⁸ Mulhall, 2009

²⁹ IPCC (2014), Kapitel 30

³⁰ Hoegh-Guldberg et al., 2007

³¹ IPCC (2014), Kapitel 30

³² IPCC (2014), Kapitel 30

³³ IPCC (2014), Kapitel 30

³⁴ IPCC (2014), Kapitel 6

häufig hohen Reproduktionsraten und ihr hohes Ausbreitungspotential ideale Studienobjekte. Untersuchungen an verschiedenen Insektenarten auf der Nordhalbkugel zeigten, dass sich diese Arten meist durch eine Verlagerung ihres Verbreitungsgebietes anpassen. Für einige Insektenarten begünstigt die Klimaerwärmung die Besiedlung nördlicherer Breitengrade und größerer Höhen. An der jeweiligen südlichen Verbreitungsgrenze kommt es hingegen teilweise zum Aussterben. Der Lebensraumverlagerung auf der Nordhalbkugel nach Norden sind durch natürliche Barrieren wie Ozeane oder Gebirge ebenso Grenzen gesetzt, wie die Höhenverlagerung am Gipfel der Gebirge endet.

Von der Gebirgsschmetterlingsart **Knochs Mohrenfalter (*Erebia ephron*)** wurde in Nordengland eine vertikale Verlagerung der unteren Verbreitungsgrenze von etwa 150 Höhenmetern in 19 Jahren festgestellt. Bei zwei weiteren nördlich verbreiteten Schmetterlingsarten, dem **Graubindigen Mohrenfalter (*Erebia aethiops*)** und dem Großen **Sonnenröschen-Bläuling (*Aricia artaxerxes*)** wurde eine polwärts gerichtete Verschiebung der südlichen Verbreitungsgrenze von etwa 100 Kilometern im gleichen Zeitraum bewiesen³⁵.

Das Verschwinden von Insekten als heimische Blütenbestäuber und als Nahrungsgrundlage zahlreicher anderer Arten zieht weitere Folgen nach sich. Auch kann das Auftauchen nicht heimischer Insektenarten zu starken Veränderungen im Ökosystem führen. Milde Winter in unseren Breiten könnten zudem dazu führen, dass es bei Schädlingen wie dem **Borkenkäfer (*Scolytidae*)** zum Massenaufreten und zu großen wirtschaftlichen Schäden kommt.

Quellen:

- Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) (2012 a). *Wie verändert sich die Nordsee?*
http://www.awi.de/de/aktuelles_und_presse/hintergrund/klimawandel/wie_veraendert_sich_die_nordsee/ (Zugriff 25.03.2014)
- Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) (2012 b). *Arktisforschung am Alfred-Wegener-Institut.*
http://www.awi.de/de/aktuelles_und_presse/hintergrund/arktisforschung/ (Zugriff 26.03.2014)
- Arctic Climate Impact Assessment (2004). *Arctic Climate Impact Assessment.* Cambridge University Press
- Both, C., Bouwhuis, S., Lessells, C. M., 1 & Visser, M.E. (2006). *Climate change and population declines in a long-distance migratory bird.* Nature, Vol 441, pp.81-83
- Franco, A.M.A., Hill, J.K., Kitchke, C. et al. (2006). *Impacts of climate warming and habitat loss on extinctions at species' low-latitude range boundaries.* Global Change Biology 12: pp. 1545-1553
- Hoegh-Guldberg, O. et al. (2007), *Coral Reefs under Rapid Climate Change and Ocean Acidification.* Science 318: pp. 1737-1740
- IPCC (2013). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
- IPCC (2014). Working Group II, Fifth Assessment Report. Final Draft. 28 Oktober 2013.
- IUCN (2009). Salmon and Climate Change. Fish in hot water. IUCN Red List of Threatened Species, Species Survival Commission.
http://cmsdata.iucn.org/downloads/fact_sheet_red_list_salmon.pdf (Zugriff 26.03.2014)
- Loucks, C., S. Barber-Meyer, M. Hossain, A. Barlow, and R. Chowdhury (2010). Sea level rise and tigers: predicted impacts to Bangladesh's Sundarbans mangroves. Climatic Change 98: pp. 291-298
- Mulhall, M. (2009) Saving rainforests of the sea: An analysis of international efforts to conserve coral reefs. Duke Environmental Law and Policy Forum 19: pp. 321–351.
- Rhein, M., S.R. Rintoul, S. Aoki, E. Campos, D. Chambers, R.A. Feely, S. Gulev, G.C. Johnson, S.A. Josey, A. Kostianoy, C. Mauritzen, D. Roemmich, L.D. Talley and F. Wang,

³⁵ Franco et al., 2006

(2013). Observations: Ocean. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

- Sekercioglu, C.H., Primack, R.B., Wormworth, J. (2012). *The effects of climate change on tropical birds*. Biological Conservation 148: pp. 1-18
- Skerratt, L.F., Berger, L., Speare, R., Cashins, S., McDonald, K.R., Phillott, A.D., Hines, H.B., Kenyon, N. (2007). *Spread of chytridiomycosis has caused the rapid global decline and extinction of frogs*. EcoHealth 4: pp.125-134
- Stroeve, J., Holland, M.M., Meier, W., Scambos, T., Serreze, M. (2007). *Arctic Sea Ice Decline: Faster Than Forecast*. Geophysical Research Letters 34: L09501
- Stuart, S.N., Chanson, J.S., Cox, N.A., Young, B.E., Rodrigues, A.S.L., Fischman, D.L., et al. (2004) *Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide*. Science 306: pp. 1783–1786
- Trathan, P.N., Fretwell, P.T., Stonehouse, B. (2011). First recorded loss of an emperor penguin colony in the recent period of Antarctic regional warming: implications for other colonies. PLoS One 6: e14738
- Umweltbundesamt (2009). Klimawandel und marine Ökosysteme: Meeresschutz ist Klimaschutz. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3805.pdf> (Zugriff 26.03.2014)
- WWF (2006). *Bird Species and Climate Change: The Global Status Report*. assets.panda.org/downloads/birdsclimatereportfinal.pdf (Zugriff 26.03.2014)

Weitere Informationen:

- BirdLife: <http://www.birdlife.org/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change: <http://www.ipcc.ch>
- IUCN Red List of Threatened Species : <http://www.iucnredlist.org>