

Wenn der Frühling zu früh kommt

Die Klimaerwärmung bringt manche Ökosysteme jetzt schon aus dem Gleichgewicht. Besonders im Frühjahr geraten eingespielte Beziehungen zwischen Tier- und Pflanzenarten durcheinander.

Von Daniel Grossman

Richard Fitter führte über die Natur vor seiner Haustür jahrzehntelang Tagebuch. Der heute über neunzigjährige englische Forscher notierte sich, wann die einzelnen Pflanzenarten anfangen zu blühen, die Zugvögel zurückkehren, die Schmetterlinge im Herbst verschwinden und vieles mehr. Er verfasste auch einige Dutzend beliebte Naturführer und weitere Bücher über Wildblumen, Vögel und anderes. Doch seine akribischen Notizen zum Verlauf der Natur in den Jahreszeiten wertete er als reines Hobby.

Systematische Aufzeichnungen wie diese, zumal vom selben Forscher, über das Verhalten einer so großen Anzahl von Tier- und Pflanzenarten einer Gegend – in dem Fall ein ländliches Gebiet bei Oxford – sind selten. Deswegen nahm sich Richard Fitters Sohn Alastair, der als Ökologe an der Universität York lehrt, im Jahr 2001 der Listen an. Mittlerweile umfassten sie 47 Jahre.

Alastair Fitter wollte sehen, ob die Pflanzenwelt schon auf die Klimaerwärmung reagiert hat. Dass die Oberflächentemperatur der Erde in den letzten hundert Jahren um 0,6 Grad Celsius angestiegen ist, gilt heute als sicher. Seit Beginn der Messungen waren zudem die 1990er Jahre das wärmste Jahrzehnt.

Alastair Fitter hatte die Notizen seines Vaters Anfang der 1990er Jahre schon einmal durchgesehen. Damals fand er kein klares Muster. Doch als er nun die gesamten 1990er Jahre mit den vier Jahrzehnten davor verglich, erkannte er einen deutlichen Trend: Das Datum, an dem die verschiedenen Pflanzenarten im Frühjahr ihre ersten Blüten zeigten, lag im Durchschnitt um mehrere Tage früher! Richard Fitters Listen enthielten den Blühbeginn von über 500 Arten. Von denen blühten 385 eher, im Durchschnitt viereinhalb Tage, sechzig davon im Mittel sogar volle zwei Wochen. Zumindest bei Oxford, folgerten die Fitters daraus, schien sich der Klimawandel extrem plötzlich zu vollziehen.

Die beiden Forscher veröffentlichten dieses Ergebnis im Mai 2002 in der Wissenschaftszeitschrift »Science«. Ihre Arbeit gehört zu den eindrucksvollsten einer Anzahl neuerer Studien, die Veränderungen in der Tier- und Pflanzenwelt beschreiben, deren Ursache Klimaveränderungen sein könnten. Ebenfalls im Jahr 2002 hat der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimafragen (IPCC) in seinem fünften Wissensstandsbericht unter dem Titel »Klimawandel und biologische Vielfalt« die Ergebnisse von 2500 entsprechenden publizierten Studien zusammengefasst. Dieses Gremium mit Hauptsitz in Genf entstand 1988 über das Umweltprogramm der UN und die Weltorganisation für Meteorologie. Viele der Arbeiten im IPCC-Bericht befassen sich mit Auswirkungen der Temperatur auf Tiere oder Pflanzen in den letzten zwanzig Jahren oder länger.

Von den mehr als 500 angeführten Arten – Vögel, Amphibien, Pflanzen und andere Organismen – haben 80 Prozent ihre Fortpflanzungszyklen, Zugzeiten oder Wachstumsphasen in eine Richtung verlagert, wie es bei steigenden Temperaturen zu erwarten ist. Auch Populationsgrößen und Verbreitungsgebiete scheinen sich zu ändern. Die Autoren der IPCC-Studie folgerten, dass im 20. Jahrhundert regionale Klimaveränderungen, insbesondere ansteigende Temperaturen, »einen erkennbaren Einfluss auf biologische Systeme« gehabt hätten.

In den meisten dieser Arbeiten haben die Forscher nicht untersucht, ob die Entwicklung den Organismen geschadet hat oder zukünftig schaden wird. Auch

IN KÜRZE

- ▶ Die **globalen Temperaturen** steigen. Besonders in den kälteren und gemäßigten Breiten wird es wärmer. Jetzt schon geraten in Mitteleuropa eingespielte **Ökosysteme** aus der Balance, weil die einzelnen Tier- und Pflanzenarten auf die Veränderung nicht in gleicher Weise reagieren.
- ▶ Eine Anzahl von Pflanzen beginnt rund **fünf Tage eher** als vor zwanzig Jahren mit der Blüte. Das hat Auswirkungen auf die Brut von **Vogelpopulationen**: Insekten erscheinen für manche Vögel zu früh.
- ▶ Manche **Zugvögel**, die aus den Tropen kommen, treffen zu spät im Brutgebiet ein. Die Zeitsignale, die sie im Überwinterungsgebiet beachten, stimmen nicht mehr mit dem vorgeschobenen Frühjahr weiter im Norden überein.

die Daten der Fitters über den Blühbeginn genügen nicht, um das aufzuzeigen. Doch Alastair Fitter glaubt, dass unerwünschte Auswirkungen zwangsläufig auftreten werden: »Wann eine Pflanze blüht, mag ja zunächst nicht so wichtig erscheinen. Es ist aber nicht egal, wenn deswegen Tiere aussterben. Das wird als Nächstes kommen.«

Nahrungsketten zerreißen

Jetzt schon liefern einige Studien erste Belege dafür, dass die höheren Temperaturen feste Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Tieren in Ökosystemen zu beeinträchtigen beginnen. So droht in manchen Fällen der Zusammenhalt von etablierten Nahrungsketten verloren zu gehen, was bedeutet, dass sich die betreffenden Arten in ihrem bisherigen Lebensraum kaum noch behaupten können. Mindestens in einem Beispiel – bei einer Pinguinart – scheint sicher zu sein, dass eine gesamte Population in den nächsten 15 Jahren aus einer Region völlig verschwinden wird.

Wichtige Untersuchungen zu diesem Themenkomplex liefern der niederländische Ökologe Marcel E. Visser und seine Mitarbeiter. Visser leitet in Heteren, südwestlich von Arnheim, am Zentrum für Terrestrische Ökologie die Abteilung Populationsbiologie der Tiere. Das Zentrum gehört zum Niederländischen Institut für Ökologie, einem Zweig der Königlich-Niederländischen Akademie der Wissenschaften.

Visser ist der heutige Leiter einer Langzeitstudie an Kohlmeisen, die seit den 1950er Jahren im nahe Heteren gelegenen Nationalpark Hoge Veluwe läuft. Die Initiatoren hatten keineswegs die Untersuchung der Folgen irgendeines Klimawandels im Sinn. Jetzt gehört das Projekt zu den ganz wenigen weltweit, die aufzeigen, wie in Ökosystemen Effekte der Klimaerwärmung Nahrungsketten zerstören können.

In jedem Frühjahr kontrolliert das Team allwöchentlich die Kohlmeisenpaare, die in rund 400 verteilten Nistkästen brüten. Die Vögel werden gefangen, ge-

▲ **Trauerschnäpper kehren jetzt zu spät aus ihrem Winterquartier in Afrika zurück. Den Zeitverlust beim Brüten können sie nur knapp kompensieren.**

wogen und vermessen. Die Forscher erfassen auch Gesundheitszustand und Fortpflanzungsaktivität. Wenn die Jungen geschlüpft sind, erfolgt täglich eine Nestkontrolle. Was bei der statistischen Analyse der Daten herauskommt, klingt dem ersten Anschein nach harmlos genug: Die Meisen legen ihre Eier stets um den 23. April. Das war im letzten Frühjahr nicht anders als Anfang der 1980er Jahre.

Doch der erste Blick täuscht. Seit Mitte der 1980er Jahre ist der Frühling in der Gegend um zwei Grad wärmer geworden. Besonders im mittleren Frühjahr, zwischen Mitte April und Mitte Mai, sind die Temperaturen angestiegen. Die Raupen des Kleinen Frostspanners, wissenschaftlich *Operophtera brumata*, beeinflusst das sehr wohl. Hauptsächlich ►

▷ mit den Larven dieser unscheinbaren Schmetterlingsart fütterten die Kohlmeisen ihre Nestlinge. In größter Menge gibt es die Raupen jetzt etwa zwei Wochen eher als vor zwanzig Jahren. Damals fanden die Kohlmeiseneltern sie massenhaft genau zur passenden Zeit. Heute klingt die Saison solchen Futters schon ab, wenn das Gros der Meisen erst schlüpft. Das Nahrungsnetz des Ökosystems droht an dieser Stelle zu zerreißen.

Allerdings dürfte das nicht dessen einzige Schwachstelle sein, an der sich Arten zeitlich auseinander entwickeln – sich entkoppeln, wie Visser das nennt. Das Forscherteam untersuchte auch die Beziehung der Frostspanner zu Eichen, von deren jungen Blättern diese Raupen im Hoge-Veluwe-Park vor allem leben. Wie sich herausstellte, müssen sie in einem bestimmten Zeitfenster schlüpfen. Sie überstehen ohne Nahrung kaum mehr als fünf Tage. Andererseits dürfen sie auch wieder nicht zu spät kommen, weil die Blätter dann Gerbstoffe einlagern, die den Raupen nicht bekommen.

Visser wies nach, dass die Knospen der Eichenblätter im Hoge-Veluwe-Nationalpark heute etwa zehn Tage früher aufspringen als vor zwanzig Jahren.



GUSTO / SPL / PHOTO RESEARCHERS, INC.

Schon damals schlüpften die Raupen im Mittel einige Tage, bevor sich die Eichen begrünt. Jetzt hat sich ihr Schlupftermin zusätzlich um rund zwei Wochen auf Mitte Mai verschoben. Das Intervall, bis sie Futter finden würden, ist für viele von ihnen heute schon zu lang.

Tatsächlich belegen Vissers Forschungen, dass die Population der kleinen Frostspanner im Hoge-Veluwe-Park in letzter Zeit schrumpft. Doch der Forscher betont, es sei noch zu früh, um sich des postulierten Zusammenhangs sicher sein zu können. Es gibt in Ökosystemen auch langjährige zyklische Schwankungen. Um solch einen Faktor auszuschlie-

◀ **Pflanzenführer müssten umgeschrieben werden:** Die Taubnessel (links) blühte in den letzten Jahren in Mittelengland oft schon Ende Januar. Vor einigen Jahrzehnten setzte die Blüte Mitte März ein. Der Ökologe Alastair Fitter (Foto) und sein Vater Richard Fitter wiesen nach, dass sich die Pflanzenblüte einiger hundert Arten bei Oxford in England vorverlagert hat.



DANIEL GROSSMAN

ßen, müsste man die Population noch länger beobachten.

Dass die Kohlmeisen weniger geworden sind, lässt sich bisher nicht nachweisen – trotz des geringeren Vorkommens an Frostspanneraupen während der Hauptfütterphase. Möglich wäre, dass die jährlichen Schwankungen der Meisenpopulation einen langfristigen Trend bisher noch überdecken. Die aktuelle Zahl der Brutpaare hängt von sehr vielem ab, etwa vom Nahrungsangebot im letzten Winter. Visser meint aber, es sei »nur eine Frage der Zeit, bis die Meisenpopulation zusammenbricht«. Für ein ökologisches System, in dem das präzise zeitliche Zusammenspiel so entscheidend sei, bleibe es nicht ohne Folgen, wenn sich die Glieder der Nahrungskette immer mehr entkoppeln.

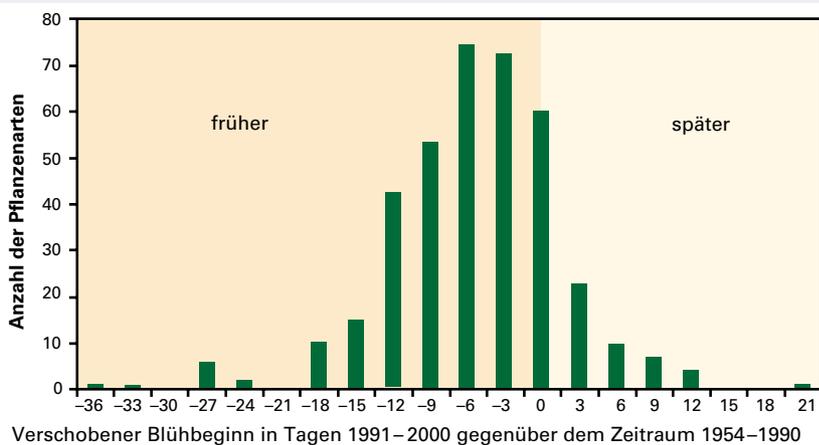
Das Tagebuch von Richard Fitter

Von insgesamt 557 Pflanzenarten notierte Richard Fitter fast fünfzig Jahre lang in einer Landschaft bei Oxford den Blühbeginn im Frühjahr. In den 1990er Jahren blühten 385 davon eher als in den vier Jahrzehnten davor.

Im Mittel setzte deren Blüte rund viereinhalb Tage früher ein. Eine wesentlich klei-

nere Fraktion blühte später als in den vorangegangenen Jahrzehnten.

Zwei Ausreißer sind in dieser Darstellung weggelassen: Die weiße Taubnessel, die jetzt fast zwei Monate eher zu blühen anfängt, und der in Europa eingeführte Sommerflieder oder Schmetterlingsstrauch *Buddleja* aus China, dessen Blüte über einen Monat später einsetzt.



NADIA STRASSER; QUELLE: ALASTAIR UND RICHARD FITTER, SCIENCE

Wissenschaftler um Marcel E. Visser (Foto) vom niederländischen Institut für Ökologie setzen in einem Naturschutzgebiet ökologische Populationsstudien an Kohlmeisen fort, die 1955 begannen. Die Nahrungskette für diese Meisenpopulation droht zu zerreißen, weil die Raupen, mit denen die Brut gefüttert wird, immer früher im Jahr erscheinen.



BEIDE FOTOS: DANIEL GROSSMANN



Meer ziehen. Wie Cushing erkannte, ist es wichtig, dass die Fischlarven genau zur Zeit der Phytoplanktonblüte schlüpfen. Dann überleben besonders viele von ihnen und erreichen die Geschlechtsreife. Decken sich die beiden Ereignisse nicht – Cushing nannte das »mismatch« –, gibt es aus dem Jahr später wenig Heringe.

Etliche Wissenschaftler, die sich mit den Folgen der Klimaerwärmung befassen, haben diesen Ansatz aufgegriffen. So einfach er im Grunde erscheint, kann er doch Beziehungen in der Natur ganz unterschiedlicher Art verstehen helfen. Im Fall der Kohlmeisen und Spannerraupen betrifft es ein Räuber-Beute-Verhältnis, bei dem es auf das zeitliche Zusammentreffen ankommt. Auch in der Beziehung dieser Raupen zu ihrer pflanzlichen Nahrung ist die zeitliche Deckung das Entscheidende. Des Weiteren lässt sich das Konzept auf Beziehungen zwischen Pflanzenarten anwenden. Verschiebt sich etwa der Blühbeginn nicht bei allen in gleicher Weise, kann das die Konkurrenzverhältnisse um Licht, Nährstoffe und Wasser verändern – was tief greifende Auswirkungen hätte.

Nicht zuletzt kommt es auch in der Beziehung einer Art zur physikalischen Umwelt darauf an, dass die Verhältnisse zu den Ansprüchen des Organismus passen. So treffen Wanderdrosseln, die in Colorado in hohen Lagen nisten, eher in den Brutgebieten ein als früher. Dann liegt dort noch Schnee, und sie müssen mit dem Eierlegen länger warten.

Wenn sich infolge der Klimaerwärmung die Glieder einer Nahrungskette zeitlich entkoppeln, hängt das oft damit zusammen, dass sich die einzelnen Organismenarten in ihren Rhythmen und Zyklen nach unterschiedlichen Kriterien in der Außenwelt richten. So reagieren manche Organismen etwa auf die durchschnittliche Temperatur der letzten Tage,

andere vielleicht auf Temperaturextreme wie Kälteeinbrüche.

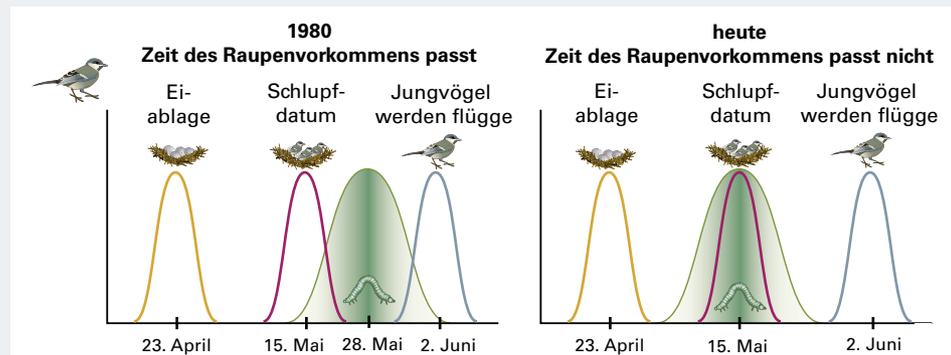
Auch in dem System Kohlmeise-Frostspanner-Eiche hängt das Verhalten der Beteiligten von der Umgebungstemperatur ab. Nur bewertet jede Art dabei andere Aspekte. Was die Meisen betrifft, so liegt der Schlüpftermin mit dem Datum des Eierlegens, einen Monat vorher, fest. Hierbei orientieren sich die Vögel an der Temperatur im zeitigen Frühjahr – und die hat sich in den letzten dreißig Jahren in dem niederländischen Nationalpark wenig verändert, ganz anders als

die Wärmegrade im späten Frühjahr. Das Schlupfdatum der Raupen wiederum bestimmt sich offenbar einerseits aus der Zahl der Frosttage im Winter und Vorfrühling, andererseits aus der Temperatur im Spätwinter und in den ersten Frühlingswochen. Die Zahl der Frosttage ist in den letzten Jahrzehnten zwar gleich geblieben, doch die Spätwinter sind wärmer geworden. Wann die Eichen ausschlagen, scheint unter anderem von der Temperatur im Spätfrühling abzuhängen. Diese Phase ist heute zwei Grad wärmer als 1980. ▷

Nahrungsnetz aus dem Takt

Die Kohlmeisen in dem niederländischen Hoge-Veluwe-Nationalpark füttern ihre Jungen hauptsächlich mit Frostspanner-raupen. In den 1980er Jahren schlüpfen diese Raupen Ende Mai. Inzwischen erscheinen sie schon Mitte des Monats. Der Grund: Die Eichen schlagen wegen der im mittleren Frühjahr gestiegenen

Temperaturen rund zehn Tage eher aus, und die jungen Blätter stellen in dem Gebiet die Hauptnahrung der Raupen dar. Die Kohlmeisen scheinen aber nicht früher brüten zu können. Bei der Eiablage orientieren sie sich an den Temperaturen im zeitigen Frühjahr, die kaum angestiegen sind.



H. GEHLEKEN, ARCO DIGITAL IMAGES

Frostspanner-Männchen

BLICKWINKEL

Frostspanner-Weibchen

BLICKWINKEL

Frostspanner-Raupe

NADIA STRASSER; QUELLE: MARCEL E. VISSER, CHRISTIAAN BOTH UND MARCEL M. LAMBRICHTS



GALEN ROWELL, CORBIS; EINKLINER: JOHN CONRAD, CORBIS

▲ Die Kolonien der Adeliepinguine der antarktischen Halbinsel drohen in den nächsten Jahrzehnten wegen des wärmeren Klimas auszusterben.

▷ Fatal kann eine Klimaverschiebung für Tierarten wie die Zugvögel sein, die zwischen weit auseinander liegendem Winter- und Sommerquartier wechseln. Häufig haben diese Tiere in langen Zeiträumen Reaktionen auf Umweltsignale am einen Ort herausgebildet, die sie zur rechten Zeit von dort aufbrechen lassen. Solche Signale passen heute manchmal nicht mehr gut, denn der Klimawandel hat nicht überall das gleiche Ausmaß. Generell sind die Temperaturen näher am Äquator viel weniger gestiegen als in höheren Breiten.

Ohnehin verlaufen auch die jährlichen Klimaschwankungen in so weit voneinander entfernten Gebieten oft nicht zeitlich synchron. Viele Zugvögel, deren Winterquartier in Äquatornähe liegt, orientieren sich beim Aufbruch von dort denn auch nicht an der Temperatur, sondern an der Tageslänge.

Solche Arten treffen neuerdings im Brutgebiet verspätet ein. Christiaan Both von der Universität Groningen in den Niederlanden hat das in Zusammenarbeit mit Marcel Visser beim Trauerschnäpper aufgewiesen. Dieser Vogel muss von seinem Winterquartier im tropischen Westafrika bis zum Hoge-Veluwe-Nationalpark 5000 Kilometer weit fliegen. Wie die Kohlmeisen füttert er seine Jungen

hauptsächlich mit Raupen. Obwohl die nun einen halben Monat früher am häufigsten auftreten als noch vor zwanzig Jahren, kehren die Trauerschnäpper praktisch am selben Tag zurück wie schon um 1980, eben weil sie in Afrika immer noch zur gleichen Zeit abfliegen.

Die Trauerschnäpper kompensieren den Zeitverzug großenteils, indem sie nach ihrer Ankunft im Sommerquartier vor dem Brüten eine um rund zehn Tage kürzere Ruhephase einlegen als um 1980. Das reicht aber offenbar für viele von ihnen nicht aus, um noch vom Populationsmaximum der Raupen zu profitieren. Die Folgen sind sichtbar: Unter den Vogelpaaren ziehen nur diejenigen kräftige, gesunde Junge heran, die am frühesten brüten. Der Nachwuchs von später brütenden Paaren entwickelt sich eher kümmerlich, und ein großer Teil davon kehrt im nächsten Jahr nicht zurück.

Schwund der Zugvögel als Warnsignal

Die Trauerschnäpper nisten bereits nicht mehr in Wäldern mit sehr frühem Raupenvorkommen. Laut Both hat die Zahl dieser Vögel bislang zwar nicht merklich abgenommen. Der Forscher fürchtet aber, dass dies eintritt, wenn sich das Klima weiter erwärmt. Vermutlich sei der Spielraum, um die verlorene Zeit zu kompensieren, schon jetzt erschöpft. Noch mehr könnten die Vögel die Ruhephase nach der Ankunft wohl nicht verkürzen.

Bei einer Reihe von europäischen Zugvögeln verzeichnen Ornithologen in letzter Zeit einen Schwund. Both und

Visser halten es für möglich, dass als Ursache dafür ähnliche Zusammenhänge wie bei den Trauerschnäppern zumindest beteiligt sein könnten.

Zwar erkennen Ökologen bereits viele Warnsignale dafür, dass Komponenten von Ökosystemen wegen der Klimaerwärmung aus dem Takt zu geraten drohen. Ernstliche Schäden an einer Tier- oder Pflanzenpopulation, die offensichtlich auf eine Temperaturverschiebung zurückgehen, wurden bisher aber nur in Einzelfällen beobachtet. Ein drastisches Beispiel liefert der Pinguinforscher William Fraser von der Montana State University in Bozeman. Seinen jahrzehntelangen Beobachtungen zufolge werden die vielen Brutkolonien des Adeliepinguins an der Westküste der Antarktischen Halbinsel in den nächsten fünfzehn Jahren verschwinden. Die Zahl der Brutpaare dieses an sich in der Antarktis sehr häufigen Vogels ist dort auf einer Reihe von Inseln nahe dem amerikanischen Forschungsstützpunkt Palmer Station in den letzten dreißig Jahren um siebenzig Prozent zurückgegangen. Unter anderem gibt Fraser dem vielen Schnee die Schuld daran.

Die Wintertemperaturen sind in diesem Teil der Antarktis in den letzten fünfzig Jahren um fast sechs Grad gestiegen. Eine so starke Erwärmung registrierten Forscher kaum irgendwo sonst. Die Folge ist, dass es viel mehr schneit als früher. Denn die Eisbedeckung des Meeres ging zurück, die Luft kann über der offenen Wasseroberfläche mehr Feuchtigkeit aufnehmen – und die gibt sie dann als Schnee wieder ab.

Fraser verzeichnete die größten Pinguinverluste in Kolonien an den von der Hauptwindrichtung abgekehrten Südhängen. Besonders dort häufen die Winterstürme Schneeverwehungen an. Dieser Schnee schmilzt im südlichen Frühjahr als Letztes, unter anderem weil die Hänge im Schatten liegen.

An sich brüten Adeliepinguine auf kahlem Fels. Darauf errichten sie ihre Nester aus großen Kieselsteinen. Wenn sie im Oktober vom Meer auf die Inseln der Antarktischen Halbinsel zurückkehren, müssen sie eigentlich gleich mit dem Brutgeschäft beginnen. Offensichtlich folgen sie dabei einem strengen inneren Zeitplan. Auf verschobene Jahreszeiten scheinen sie sich nicht einstellen zu können. Finden sie keinen nackten Fels, dann versuchen sie manchmal auf dem

Schnee zu nisten. Doch wenn es schließlich taut, ziehen die Eier Wasser und verfaulen.

Zwar schwanken die Niederschlagsmengen von Jahr zu Jahr, und nicht jeder Sommer endet für die Brut katastrophal. Frasers langjährige Beobachtungen ergaben aber, dass in den Kolonien immer weniger neue Brutpaare auftauchen. Der Schwund ist so beträchtlich, dass diese Populationen sich vermutlich nicht mehr lange werden halten können. Nach Frasers Einschätzung wird sich das Phänomen auf immer mehr Kolonien der Region ausweiten, wenn sich die Temperaturen weiter verschieben. Er hält die Adeliepinguine für »extrem empfindliche Indikatoren für klimabedingte Störungen«. Ihr Schicksal könnte ein Zeichen dafür sein, dass auch anderswo wichtige Veränderungen stattfinden. Die Vögel seien »ein weiterer Beweis dafür, dass sich unser Planet verändert«.

Das Schicksal der Adeliepinguine von der Antarktischen Halbinsel wird einem Großteil der Tier- und Pflanzenarten andernorts wahrscheinlich erspart bleiben. Generell glauben die Wissenschaftler, dass sich viele Organismen an die veränderten Klimabedingungen anpassen können. Vielleicht wird beispielsweise bei den niederländischen Trauerschnäppern eine Unterart entstehen, die im afrikanischen Überwinterungsgebiet einige Tage eher losfliegt. Christiaan Both untersucht jetzt, ob sich Familienverbände dieser Vögel, die generell früher ziehen als andere, genetisch von den später abfliegenden unterscheiden. Sie könnten einen zukünftig erfolgreichen Zweig begründen.

Verarmung wie nach einer Eiszeit

Eine andere Fraktion betroffener Arten wird sich fast mit Sicherheit nicht auf die neuen Klimaverhältnisse einstellen können. Manchmal sind die ökologischen Beziehungen hierfür zu verflochten. Den Kohlmeisen im Hoge-Veluwe-Nationalpark etwa wäre nicht geholfen, wenn sie einfach mit der Eiablage zwei Wochen früher begännen – auch wenn dann in der Zeit der Jungenaufzucht genügend Raupen zur Verfügung stünden. Der Haken dabei: Die Meisenweibchen müssen sich vorher einen Nährstoffvorrat anfressen. Dazu suchen sie Bäume nach Insekten ab. Das meiste Futter finden sie auf Lärchen und Birken, die sich zwar immer noch – wie früher schon –

Seit die Pflanzenwelt früher erwacht, finden viele Singvögel in der Brutzeit nicht mehr genug Nahrung. Hier ein Blick in einen Nationalpark an der nordamerikanischen Westküste.

vor den Eichen begrünen, das Datum allerdings längst nicht so stark vorverlegt haben wie die Eichen. Sollten sich die Zeitpunkte einander noch mehr annähern, bliebe den Meisenweibchen, so sie denn auf die Eichenknospung reagieren würden, eine zu kurze Zeitspanne, um sich die nötigen Energiepolster zuzulegen. Die Kohlmeisen dürfen darum gar nicht deutlich früher zu nisten anfangen.

Manche Arten werden auf einen Klimawandel antworten, indem sie ihren Lebensraum hin zu günstigeren Regionen verschieben. Nachweislich hat eine Anzahl Vögel, Insekten und anderer Organismen ihr Verbreitungsgebiet jetzt schon teilweise beträchtlich nach Norden oder in größere Höhen verlagert – und wie es aussieht, wird sich dieser Trend fortsetzen. So rasch, wie das Vögeln oder Kerbtieren unter Umständen gelingt, können andere Arten des Beziehungsgeflechts, oft insbesondere die Bäume, allerdings nicht nachfolgen.

Wegen solcher Diskrepanzen drohen Ökosysteme auseinander zu reißen, warnt die Biologin Terry Root vom Zentrum für Umweltwissenschaft und -politik an der Universität Stanford (Kalifornien). An deren Stelle würden dann artenärmere Gemeinschaften treten. Mensch-

liche Degradierung und Zerschneidung von Landschaften verschärft die Gefahr der ökologischen Verarmung ohnehin.

In einem zusammen mit Kollegen verfassten Beitrag in der Wissenschaftszeitschrift »Nature« im Januar 2003 nennt die Forscherin Zeichen dafür, dass die globale Erwärmung ihren »Fingerabdruck« an Tieren und Pflanzen hinterlässt. Eine Vorstellung von der zukünftigen Entwicklung könnten Pollenanalysen von Nordamerika vom Ende der letzten Eiszeit geben, führt Terry Root an. Als die Eisgrenze nach Norden zurückwich, dauerte es an sich gar nicht lange, bis Wälder nachfolgten. Dennoch blieben die Lebensgemeinschaften nicht zusammen, denn die einzelnen Arten drangen verschieden schnell vor. So entstanden neue Pflanzen- und Tiergesellschaften. Ähnliches könnte jetzt auch geschehen, vermutet Root. Die globale Erwärmung wird vielleicht völlig neuartige Ökosysteme hervorbringen. Und sicherlich werden manche Organismen dabei untergehen, weil sie in ihnen keinen Platz finden.

Um die Tragweite der beschriebenen Phänomene zu erkennen, bedarf es selbstverständlich noch sehr viel mehr Forschung. Auch widersprüchliche Ergebnisse müssen abgeklärt werden. Zum Beispiel rätselt die Wissenschaft, weshalb die Kohlmeisen im Hoge-Veluwe-Nationalpark in den Niederlanden sich offensichtlich nicht auf das immer frühere Erscheinen der Frostspannerauppen einzustellen vermögen, während das einer Kohlmeisenpopulation in Südengland in der Nähe von Cambridge gelingt.

Fest steht vor allem eines, in den Worten von Alastair Fitter: »Die Natur merkt, was mit dem Klima geschieht.« Und er ergänzt: »Es kommt noch schlimmer.«



Daniel Grossman ist Wissenschaftsjournalist. Seit siebzehn Jahren schreibt er über Umweltthemen.

Wildlife responses to climate changes: North american case studies. Von Stepen H. Schneider und Terry L. Root (Hg). Island Press, 2002

Rapid changes in flowering time in british plants. Von A. H. Fitter und R. S. R. Fitter in: Science, Bd. 296, S. 1689, 31. Mai 2002

Weblinks zu diesem Thema finden Sie bei www.spektrum.de unter »Inhaltsverzeichnis«.