



Elfie Courtenay

Natur im Wandel

Gefährdungen durch
Mensch und Klima: Zusammenhänge
erkennen und verstehen

Inhaltsverzeichnis

Über dieses Buch	7
Einführung	9
Flora und Fauna: Ökosysteme neu wahrnehmen und verstehen	11
Pilze: Faszinierende Einblicke in ein unbekanntes Reich	47
Böden: Die Grundlage allen irdischen Lebens	62
Dauergrasland: Potenzial zur Humusbildung	75
Wasser: Unverzichtbarer Lebensquell	78
Moore – Retter in der Not?	94
Strategien für Selbstversorger – Gärtnern zu Zeiten des Klimawandels	96
Klimarobuste Landwirtschaft – auf der Suche nach neuen Feldfrüchten	98
Ökologische Landwirtschaft: Ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz	108
Phänologische Daten und Beobachtungen	110
Permakultur – ein nachhaltiges Konzept für Landwirtschaft und Gartenbau	123
Schlussbetrachtungen	126

Über dieses Buch

»Klimawandel ist schon lange keine abstrakte naturwissenschaftliche Konstruktion mehr, er ist längst als sicht- und erfahrbare Realität bei uns angekommen.«

Ina Dietzsch/Schweizerisches Archiv für Volkskunde, S. 21 »Klimawandel«

Mit dieser breit gefächerten Betrachtungsweise möchte ich gerne aufzeigen und bewusst machen, wo überall in der Natur Klimawandel bereits deutlich sichtbar und erfahrbar wird und in welcher Weise Tiere, Pflanzen und Böden im Rahmen ökologischer Zusammenhänge von diesen Veränderungen betroffen sind.

Doch so paradox es klingen mag: Klimawandel wird auch durch das Nichtsichtbare sichtbar – durch das Nichtvorhandensein von Insekten beispielsweise, die während Dürreperioden bei gleichzeitigem Futter- und Wassermangel nicht mehr überlebensfähig sind und zugrunde gehen.

Der Klimawandel hat viele Gesichter, und wir wissen nicht, welches er uns als Nächstes zeigen wird. Und unabhängig davon, ob sich Trockenheit und Dürre, Starkregen, Murenabgänge, Überschwemmungen oder Feuersbrünste zeigen werden, Flora und Fauna werden davon meist sehr nachhaltig betroffen sein.

Am Beispiel von Tieren und Pflanzen kann uns durch das Betrachten komplexer ökologischer Zusammenhänge bewusst werden, wie sich Vernetzung in der Natur auswirkt. Das Zusammenspiel von Flora und Fauna hat sich über Jahrtausende entwickelt und teilweise so stark spezialisiert, dass bestimmte Arten sogar existenziell von anderen abhängig sind.

Jedes fehlende Tier, jede ausgestorbene Pflanze übt Einfluss auf das große Ganze aus. Und jedes Ungleichgewicht, jede Verschiebung im Klima führt dazu, dass weitere Abläufe aus der Balance geraten.

Wenn ursprünglich aufeinander abgestimmte Abläufe nicht mehr funktionieren, spricht man vom sogenannten Mismatch.

Jeglicher Einfluss oder Eingriff in das Gefüge eines Netzwerks hat Auswirkungen auf das gesamte Netz. Der Klimawandel ist ein solcher Einfluss. Je heftiger er ausfallen wird, umso dramatischer können auch die Folgen sein – für Tiere, Pflanzen, aber auch für uns Menschen und die gesamte Erde.

Wir müssen unbedingt verstehen, wie wichtig es ist, dem Klimawandel entgegenzuwirken, mit aller Kraft und all unseren Möglichkeiten. Es kommt auf uns alle an, auf jeden Einzelnen von uns!

Elfie Courtenay, 1. Mai 2021

Flora und Fauna: Ökosysteme neu wahrnehmen und verstehen

Welche Gefährdungen, verursacht durch den Klimawandel, haben in den letzten Jahren sichtbar und spürbar zugenommen?

Hitze- und Dürreperioden, verbunden mit Wassermangel und Ernteeinbußen, Baumsterben mit Ausbreitung von Schädlingen wie z. B. Borkenkäfern ... aber auch Unwetter mit Hagelschauern, Starkregen, Überflutungen und Murenabgängen.

Wie wirkt sich der Klimawandel auf bestehende Ökosysteme aus, wo wird er bereits sichtbar?

Das Schmelzen von Gletschern und Permafrost schreitet rapide voran, verursacht den Verlust von Wasservorräten im Gebirge und erhöht den Wasserspiegel im Tal. Dies hat Überflutungen von Acker- und Weideland zur Folge, führt bei Landwirten zu Ernteverlust und bei Weide- und Wildtieren zu Nahrungsmangel sowie oftmals auch zu verheerenden Wasserschäden in Wohngebieten.

Da auch das Eis der Arktis schmilzt, erhöht sich inzwischen auch der Wasserspiegel der Meere ... immer mehr Menschen in Küstennähe verlieren ihre Heimat, und ganze Inseln verschwinden bereits im Meer.

Bei Überschwemmungen verlieren viele Kleintiere ihr Leben durch Ertrinken.

Das andere Extrem sind die immer häufiger auftretenden Hitzeperioden, oft großflächige Brände, verbunden mit Verlust des Lebensraums von Mensch und Tier sowie akutem Wassermangel. Dabei kann es durch Hitzschlag, Sonnenstich, Schwindelanfälle und Kreislaufversagen zu lebensbedrohlichen Situationen kommen.

In Zukunft wird es häufiger nötig sein, Wasser zu rationieren, um zu gewährleisten, dass ausreichend Trinkwasser zur Verfügung steht. Während solcher Zeiten dürfen dann z. B. weder Gärten gegossen noch Autos gewaschen werden.

Beispiele von Pflanzen und Tieren, die durch den Klimawandel bedroht sind, Gründe können sein:

Im Gebirge: Lebensraumverlagerungen oder -verlust für Pflanzen, die an Kälte angepasst sind. So wächst die Meisterwurz in Prägraten/Osttirol inzwischen auf über 2.000 m Höhe, bis vor wenigen Jahren war sie auf ca. 1.800 bis 2.000 m Höhe zu finden.

Tiere wie das Alpen-Schneehuhn werden in absehbarer Zeit ihren Lebensraum verlieren.

Auch durch klimawandelbedingte Lawinen- und Murenverbauungen, Wegbefestigungen usw. kommt es zu Lebensraumverlusten.

Im Moor sind naturgemäß Feuchtigkeit liebende Pflanzen und Tiere zu Hause, die es während Hitzeperioden, wo das Moor sehr trocken werden kann, schwer haben zu überleben. Bei eher kurzfristigen Überflutungen können sich im Moor lebende Tiere meist auf Bulten oder kleine Inseln aus Borstengras retten, die Pflanzen vertragen Überflutungen meist recht gut. Aber leider kommen bei längerfristigen Überschwemmungen im Moor jedes Mal viele Kleintiere ums Leben.

Auf Wiesen, Weiden und in der Landwirtschaft kann es zu bedrohlichen Dürren kommen. Grünland vertrocknet, kann nicht mehr gemäht oder beweidet werden. Landwirte müssen Futter zukaufen, meist importiertes Kraftfutter, das für Wiederkäuer wenig geeignet ist und zu vermehrtem Ausstoß von Darmgasen (Methan CH₄) führt. Auf Ackerland entstehen große Ernteeinbußen, im Wein- und Obstanbau kann es zu erheblichen Trockenschäden kommen.

Auf Almen kam es nach ihrer Aufgabe Mitte des 20. Jahrhunderts zu zunehmender Verbuschung und Bewaldung sowie zu einem starken Rückgang der Artenvielfalt, auch beeinflusst durch die Klimaerwärmung. Bei einem Wiederbeweidungsexperiment durch »Susalps« (www.susalps.de)

werden folgende Auswirkungen geprüft: Speicherung von Treibhausgasen und Nährstoffen im Erdreich, Erosionsschutz, Verminderung von Hochwassergefahren, die Produktion sauberen Wassers, der Erhalt von Artenvielfalt und Lebensraum.

Im Wald und bewaldeten Gelände zeigt sich der Klimawandel vor allem in der Anfälligkeit für Sturmschäden. Dies betrifft hauptsächlich sogenannte Flachwurzler wie Fichten, und deshalb kommt es in der Forstwirtschaft seit einigen Jahren zum »Umbau« der Wälder. Anstatt schnell wachsender Fichtenforste werden bevorzugt Mischwälder gepflanzt. Auch die nordamerikanische Douglasie, die bis zur letzten Eiszeit noch in Europa heimisch war, wird inzwischen wieder angepflanzt. Durch ihr tiefes Wurzelgeflecht trotz sie selbst heftigen Stürmen.

Als eine Folge des Klimawandels nach Sturmschäden tritt oft extremer Schädlingsbefall, z. B. durch Borkenkäfer, auf.

In Flüssen und Seen wirkt sich der Klimawandel durch eine um zwei Grad stärkere Erwärmung der Wasseroberfläche aus. Die oberen und unteren Wasserschichten vermischen sich nicht mehr im gleichen Maß wie früher, somit gelangt weniger Sauerstoff in die Tiefe.

Laut dem »World Climate Statement« gehören Süßwasserökosysteme zu den am stärksten gefährdeten Ökosystemen auf der Erde. Sie bedecken zwar weniger als ein Prozent der Oberfläche des Planeten, seien aber Lebensraum für ein Drittel der Wirbeltierarten und zehn Prozent aller Arten. Höhere Temperaturen und die zunehmende Häufigkeit von Dürren können zu einer Vermehrung schädlicher Algenblüten führen und die Menge und Qualität des zur Verfügung stehenden Süßwassers beeinflussen.

In Siedlungsräumen zeichnen sich vor allem gesundheitliche Risiken ab. Feinstaubemissionen, verursacht durch Industrie und Verkehr, führen zur Aufspaltung in der Luft vorhandener Pollen, die dadurch in tiefere Lungenbereiche vordringen und zu bedrohlichen asthmatischen Reaktionen führen können. Laut der Professorin für Umweltmedizin, Frau Dr. med. Claudia Traidl-Hoffmann, entstehen durch den Klimawandel auch neue Pollenallergene, verursacht u. a. durch zugewanderte Pflanzen wie die Beifuß-Ambrosie. Allergien sind verstärkt im Vormarsch, Heuschnupfen und allergisches Asthma werden weiter zunehmen. Besonders in dicht besiedelten Gebie-

ten führen extreme Wetterwechsel vermehrt zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Schlaganfällen, Wissenschaftler sprechen vom »Urban heat island«, von städtischen Hitzeinseln. Nicht nur Menschen, auch Tiere sind von dieser Problematik betroffen.

Bäume und Grünflächen helfen, Hitzestress durch Verdunstungskälte abzumildern, und Blühstreifen an Straßen und Wildblumen auf Verkehrsinseln bieten Insekten Nahrung und Schutz. Hilfreich sind auch Projekte wie »Grüne Schulhöfe«, Urban Gardening/Gärtnern auf öffentlichen Flächen oder die Begrünung von Dächern.

Generelle Bedrohungen für Flora und Fauna sind Hitzeperioden und Brände, Unwetter und Überschwemmungen, weil sie ökologischen Netzwerken großen Schaden zufügen, die Nahrungsgrundlage vieler Tiere zerstören und zum Verlust der Brut und Jungtiere führen.

Weniger auffällig, aber letztlich viel bedrohlicher ist die allmähliche Erwärmung der Atmosphäre. Es ist aber wichtig zu wissen, dass solche vermehrt auftretenden Katastrophen letztlich eine Folge dieser Erwärmung sind.

Eine weitere Bedrohung, mit der wir in Zukunft rechnen müssen, sind die sogenannten Fressfeinde, die aufgrund des Temperaturanstiegs zuwandern werden.

Verursacht auch der Mensch Bedrohungen für Flora und Fauna?

Die Art der Nutzung und Bewirtschaftung kann zur Zerstörung von Biodiversität führen. Dazu gehören u. a. die Entwässerung von Mooren, durch Straßenbau zerteilte Landschaften, Schadstoffbelastung durch den Straßenverkehr, Flächenversiegelung ... u. v. a.

Giftige Spritzmittel führen zu extremem Insektenrückgang, »Lichtverschmutzung« verursacht massive Störungen für nachtaktive Tiere, Massentierhaltung und Gülledüngung tragen zur Verseuchung unseres Trinkwassers und zum Artensterben bei ... um nur ein paar Beispiele zu nennen.

Rücksichtsloses Verhalten wird zum Problem, wenn die Hegezeit ignoriert wird. Sie dient dem Schutz und Erhalt der Wildtierarten und dauert vom 1. April bis 1. Oktober. In dieser Zeit dürfen Äcker und Wiesen nicht betreten oder befahren werden (Mountainbikes!). Hunde müssen angeleint sein.

Diese Regel gilt grundsätzlich überall, nicht nur in Naturschutzgebieten.

Vernetzung und Zusammenwirken natürlicher Ökosysteme

Alle Tier- und Pflanzenarten sind Teil von komplexen ökologischen Netzwerken, in denen die interagierenden Arten miteinander verwoben sind. »Das lokale Aussterben von Tieren und Pflanzen kann zu einer Kaskade weiterer Aussterbeereignisse in diesen Netzwerken führen, zum Beispiel als Folge des Klimawandels«, sagt Dr. Matthias Schleuning vom Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum.

Besonders bedroht erscheinen Tierarten, die während ihres gesamten Lebenszyklus auf ganz bestimmte Pflanzenarten angewiesen sind. Insektenarten sind daher stärker gefährdet als beispielsweise Vogelarten, die in der Regel flexibler in ihrer Nahrungswahl sind.

Bei den Forschungen des Senckenberg Zentrums hat sich gezeigt, dass der Auslöser des Dominoeffekts infolge des Klimawandels vor allem von Pflanzenarten ausgeht und sich indirekt auf die Tierarten überträgt. Das bedeutet: Verschwindet die Pflanze, verschwindet auch das Tier.

Thermische Kastration

Eine weitere Studie, veröffentlicht im Fachjournal *Nature Communications*, stammt vom Biologen Kirs Sales und seinen Mitarbeitern von der britischen University of East Anglia. Die Forscher haben nachgewiesen, dass besonders die Insekten zu Opfern der globalen Erwärmung werden. Zunehmende Hitzewellen vermindern die Fruchtbarkeit der Männchen um mindestens 50 Prozent. Dies ist ein schwerer Schlag für diese Tiergruppe, die in den Ökosystemen, in den Nahrungsketten und als Bestäuber eine unverzichtbare Rolle spielt – auch für uns Menschen.

Bei ihren Experimenten simulierten die Forscher Hitzewellen, bei denen männliche und weibliche Insekten, nach Geschlechtern getrennt, über fünf Tage einer Temperatur von 40 Grad ausgesetzt waren. Eine Kontrollgruppe lebte ebenso lange bei 30 bis 35 Grad. Nach dem Hitzeschock konnten sie sich paaren. Die Resultate waren den Forschern zufolge dramatisch: Die Kontrollgruppe brachte doppelt so viel Nachwuchs hervor wie die der

Hitze ausgesetzten Exemplare. Wie sich zeigte, hatten die Spermien unter der hohen Temperatur gelitten. Der Effekt nahm bei wiederholten Hitzeperioden zu, die in der Wärme gehaltenen Männchen zeugten gerade noch ein Prozent der Nachkommen der Kontrollgruppe.

Der Leiter der Studie, der Biologe Kirs Sales, sagt: »Hitzewellen reduzieren die männliche Fruchtbarkeit, weil die Konkurrenzfähigkeit der Spermien abnimmt, wobei aufeinanderfolgende Wellen die Männchen fast vollständig sterilisieren. Diese verringerte Fähigkeit zur Fortpflanzung treibt den Niedergang der biologischen Vielfalt durch die globale Erwärmung weiter voran.«

Bei den Weibchen gab es hinsichtlich der Reproduktionsrate keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Allerdings hatten weibliche Käfer, die vor einer simulierten Hitzewelle befruchtet wurden, weniger Nachwuchs, weil die später einsetzende Hitze die Spermien in ihren Körpern schädigte.

Treten pro Jahr mehrere Hitzewellen auf, wie es die Klimatologen prognostizieren, geraten vor allem jene Arten unter Druck, die von Insekten leben. So könnten die sowieso schon geschrumpften Populationen der Vögel weiter abnehmen, und ähnliche Gefahr droht auch den Fledermäusen, bei denen schon heute einige Arten gefährdet sind. Auch Amphibien und Lurche dürften zu den Leidtragenden zählen, weil ihr Lebensraum durch den Verlust von Feuchtgebieten ohnehin schon sehr stark abgenommen hat.

Insekten sind ektotherm – und damit von ihrer Umgebungstemperatur abhängig

Nach Ansicht der Forscher liegt die Ursache für die »thermische Kastration« in der Biologie der Insekten: Sie können ihre Körpertemperatur, anders als Warmblüter, nicht selbst regulieren, sie hängt vollständig von ihrer Umwelt ab. Ektotherme Lebewesen sind auf äußere Wärmequellen angewiesen. Und weil ihr Stoffwechsel sehr empfindlich auf Temperaturänderungen reagiert, sind sie durch die Erderwärmung besonders bedroht.

Aber auch endotherme Lebewesen wie Säugetiere und Vögel, die ihre Körpertemperatur über ihren Stoffwechsel selbst regulieren, können durch

Hitzestress leiden. So beobachteten Forscher bereits im Jahr 1970, dass Mäuse, die hohen Temperaturen ausgesetzt wurden, kurzfristig 75 Prozent weniger Nachwuchs hatten als unbehandelte Tiere. Dies besserte sich wieder, nachdem der Hitzestress endete.

Bedenklicher Hummelschwund

Im Kreislauf der Natur spielen Hummeln als Bestäuber eine äußerst wichtige Rolle. Da sie schon bei niedrigen Temperaturen aktiv sind, gelten sie unter den Wildbienen als Artengruppe mit der höchsten Bestäubungseffizienz.

Nach Ansicht des Forschers Peter Soroye (University of Ottawa, Kanada) werden sie allerdings zunehmend durch den Klimawandel gefährdet: »Wenn der Rückgang in diesem Tempo weitergeht, wären die Folgen gravierend.«

Für ihre Studie werteten Peter Soroye und seine Kollegen einen großen Datensatz zur Verbreitung von 66 Hummelarten in Europa und Nordamerika aus. Dabei verglichen sie die beiden Zeiträume 1901 bis 1974 und 2000 bis 2014 und werteten zusätzlich lokale Wetterdaten aus diesen Jahren aus. Das erschreckende Ergebnis: Vielerorts scheinen die Hummeln zu verschwinden. So ist die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit, dass eine Region von Hummeln besiedelt ist, in Nordamerika um 46 Prozent und in Europa um 17 Prozent zurückgegangen. Dass der Hummelschwund auf unserem Kontinent weniger stark ist als in Nordamerika, erklärt sich der Biologe durch die stärkere Intensivierung der Agrarwirtschaft in großen Regionen der USA, wie zum Beispiel im sogenannten Corn Belt. In Europa sind häufiger noch kleine Ersatzhabitate in der Umgebung landwirtschaftlicher Flächen zu finden.



Heilziest mit Erdhummel

Besonders stark vom Rückgang betroffen sind die Hummelpopulationen in südlichen Gefilden wie Spanien oder Mexiko. Das Auffällige: Das Verschwinden der Insekten hängt offenbar direkt mit dem häufigeren Auftreten von Wetterextremen wie Hitzewellen und Dürren zusammen. Solche Extreme beeinflussen den Rückgang der Hummeln mehr als der dauerhafte Anstieg der Durchschnittstemperatur. Das Team berichtet, dass die Hummeln zwar mitunter in nördlichere, kühlere Regionen ausweichen. Allerdings besiedeln sie deutlich weniger dieser Ausweichhabitate, als sie im Süden an Lebensraum verloren haben.

»Wir wissen schon länger, dass der Klimawandel für viele Tiere ein erhöhtes Aussterberisiko bedeutet«, erklärt Peter Soroye. Wir können versuchen, die Folgen des Klimawandels abzuschwächen, indem wir den Insekten mehr Schutzmöglichkeiten vor der Hitze bieten, indem wir mehr Bäume, Hecken und Sträucher pflanzen. Aber letztlich müssen wir die Erderwärmung selbst angehen. »Je schneller, desto besser«, betont Soroyes Kollege Jeremy Kerr.

Bedrohung heimischer Bienenarten durch den Klimawandel

In einer Studie zu solitären, allein lebenden Bienen fanden Ökologen der Uni Würzburg heraus, dass sich die Blühzeiten von Pflanzen und der Zeitpunkt, zu dem Bienen schlüpfen, verschoben haben. Dies hat fatale Folgen für die Bienen, denn wenn eine Biene schlüpft, bevor ihre Nahrungspflanze zu blühen beginnt, muss sie in ihren ersten Lebenstagen ohne Nahrung auskommen. Nicht alle Individuen überlebten eine Zeitspanne von mehreren Tagen ohne Nahrungspflanze. Die, die es geschafft haben, zeigten eine verminderte Aktivität und produzierten weniger Nachkommen. Obwohl die Tiere versuchten, den Kräftermangel durch artspezifische Strategien auszugleichen, kam es zu reduziertem Bestäubungsdienst an den Pflanzen. Sie legten weniger Nester an und produzierten mehr männliche Nachkommen, weil sie kleiner sind und weniger Nahrung brauchen.

Die Leiterin der Studie, die Ökologin Dr. Andrea Holzschuh, betont: »Solche Entwicklungen können nicht nur den Rückgang der solitären Bienen weiter verschärfen, sondern auch den Bestäubungsdienst an den Pflanzen generell reduzieren.« Erschwerend komme hinzu, dass die negativen

Folgen zeitlicher Fehlabstimmungen zwischen Bienen und Pflanzen in sehr warmen Frühjahren besonders ausgeprägt erscheinen.

Der Demeter-Imker Günter Friedmann schätzt die Wildbienen zu Zeiten des Klimawandels als wesentlich stärker gefährdet ein als Honigbienen, weil sie nicht betreut und in Notzeiten zugefüttert werden. Er sagt: »Heutzutage hungern die Bienen im Sommer, weil sie kaum noch Blühpflanzen finden, und müssen dann im September und Oktober versuchen, diesen Nahrungsmangel auszugleichen.

Das schaffen sie nur mit Neophyten/Zuwanderern wie der Kanadischen Goldrute und dem Springkraut.« Er sagt auch, dass sich in einem Bienenvolk der Zustand der Landschaft widerspiegelt. So ein Volk befliegt ein Gebiet von achtzig bis einhundert Quadratkilometern, Maschineneinsatz und ungünstiger Mähzeitpunkt können verheerende Auswirkungen haben. Ein Hektar Wiese mit dem Mähdrescher gemäht, kann 30.000 Bienen töten, ein ganzes Volk. Es gibt Gegenden, in denen gar nicht mehr geimkert werden kann, weil die Landschaft nicht mehr genug hergibt, weil nicht mehr genug Pollen und Nektar zur Verfügung steht. Wichtig wäre, für Bienen »Habitats« anzulegen. Diese Lebensräume sind wichtige Nahrungs- und Schutzräume und besonders wichtig zu Zeiten des Klimawandels. Sie sollten über Jahre betreut und erhalten werden, da die Insekten in den folgenden Jahren immer wieder zurückkehren.

Laut neuesten Forschungen der Wissenschaftler John Ascher, Michael Orr und Alice Hughes existieren weltweit mehr als 20.000 Bienenarten. Sie haben nun eine erste Karte erstellt, die am 19. November 2020 in der Zeitschrift *Current Biology* veröffentlicht wurde. Alice Hughes, Professorin für



Springkraut mit Biene

Naturschutzbiologie sagt: »Viele Nutzpflanzen, insbesondere in Entwicklungsländern, sind auf einheimische Bienenarten und nicht auf Honigbienen angewiesen.« Die Karte ist ein wichtiger erster Schritt zur Beurteilung der Verbreitung und des potenziellen Rückgangs von Bienenpopulationen. Da Bienen trockene und milde Umgebungen bevorzugen, sind ihre Bestände durch den Klimawandel extrem gefährdet.

Während Hitzeperioden und Dürren führt ein Mangel an Nektar, Pollen und Wasser für unzählige Wildbienen, Honigbienen und Hummeln zum Tod.

Während Starkregen, Stürmen und Kälte suchen die Insekten Schutz, wodurch in dieser Zeit die Bestäubung von Pflanzen ausfällt.

Hornissen lieben's heiß

Diese Wärme liebenden Insekten gehören zur größten in Deutschland lebenden Wespenart.

Die heimische Hornisse steht streng unter Naturschutz und wird sich bei zunehmender Erwärmung der Erde voraussichtlich gut vermehren können. Entgegen der üblichen Meinung sind Hornissen sehr friedlich, solange man sich in ihrer Nähe ruhig verhält und sie sich nicht bedroht oder angegriffen fühlen. Hornissen sind Raubinsekten, sie ernähren sich vegetarisch von

Obst und Baumsäften, füttern aber ihre Brut mit Raupen, Bienen, Wespen, Fliegen und anderen Insekten. Sie haben keine Vorliebe für Süßes wie andere Wespenarten und kommen deshalb auch nicht zu nahe, wenn sie es riechen.

Sollte man sich durch ein Hornissennest gestört fühlen, kann man es in der Regel kostenlos von ehrenamtlichen Fachleuten umsiedeln lassen.

Weniger harmlos ist die derzeit zuwandernde Asiatische Hornisse,



Hornisse mit Zwetschge

die bereits ins europäische Ökosystem eingedrungen ist. Sie wird seit 2014 auch in Deutschland gesichtet und wurde als invasive Art und Bienenschädling eingestuft. Sie ist etwas kleiner und dunkler gefärbt als die heimische Hornisse und kann zu einer wahren Bedrohung für Honigbienen werden. Sie geht auf Beutefang, indem sie im Schwebeflug vor den Fluglöchern der Bienen lauert. Da die Bienen diesen neuen Feind noch nicht kennen, haben sie bisher auch noch keine Verteidigungsstrategie entwickelt. Die Asiatische Hornisse ist ein Allesfresser, sie erbeutet hauptsächlich andere Insekten mit einem Anteil von 80–85 Prozent Bienen. Außerdem frisst sie reifes Obst und nimmt den Nektar von Blüten auf.

Die Asiatische Hornisse ist schwer zu bekämpfen oder umzusiedeln, da sie ihr etwa 80 bis 100 cm großes Nest in bis zu zehn Meter Höhe in Bäume hängt. Dort leben zwischen 1.000 und 2.000 Individuen, und in der Nähe von Bienenstöcken hat das bereits zu großen Verlusten geführt.

- ◆ *Anfragen zu Umsiedelungen* über die Unteren Naturschutzbehörden der Landratsämter
- ◆ *Kontakte/Auskünfte:* Fachzentrum Bienen, fzbienen@lwg.bayern.de
Tel.: 0931-9801-352
- ◆ *Hornissen- und Wespenberatung im Großraum München:* 089-70 00 93 27.

Ameisen, Anpassungskünstler im Klimawandel

Bei der Erforschung der Anpassung an veränderte Klimabedingungen haben Biologen der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (JGU) und des Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrums (SBIK-F) festgestellt, dass Ameisen innerhalb weniger Wochen auf Klimaveränderungen reagieren können, indem sie die Zusammensetzung der Wachsschicht ändern, die ihre Körperoberfläche überzieht und sie vor dem Austrocknen schützt. Ameisen tragen wie fast alle Insektenarten eine hauchdünne Wachsschicht auf ihrer Körperoberfläche, die sich aus Kohlenwasserstoffen zusammensetzt. Diese Schicht schützt nicht nur den Körper vor Austrocknung, sondern ist gleichzeitig das wichtigste Kommunikationsmittel, um sich innerhalb von Arten zu erkennen und zu verständigen. Um den Effekt von Klimaveränderungen zu untersuchen, haben die Forscher Amei-

senarten aus unterschiedlichen Habitaten ausgewählt, eine aus schattigen Wäldern, die andere aus dem offenen Grasland der Prärie. Dass die Tiere es innerhalb von drei Wochen schafften, sich an die neue Situation anzupassen, indem sie ihre Wachsschicht entsprechend der neuen Umgebung chemisch veränderten, empfanden die Verhaltensökologen Dr. Florian Menzel (JGU) und Dr. Barbara Feldmeyer (SBiK-F) als kleine Sensation. Ungeklärt ist allerdings bislang, was die Veränderung des Profils für die Kommunikationssignale bedeutet, die von dem Duft der Kohlenwasserstoffe ausgehen.

Die Hügel bauenden Waldameisen gehören in Deutschland nach der Artenschutzverordnung seit 2005 zu den besonders geschützten Tierarten. Interessanterweise bauen sie ihre Hügel bevorzugt auf geologischen Störzonen. Die Umweltwissenschaftlerin Dr. Nicole Brennholt führte dies in ihrer Dissertationsarbeit von 2008 darauf zurück, dass der Nestwärmehaushalt dadurch günstig beeinflusst wird. Ameisen haben offenbar ein gutes Gespür dafür, günstige Lebensbedingungen zu nutzen, um den Erhalt ihrer Art zu sichern.

Im Klimawandel spielen Waldameisen eine wichtige Rolle, weil sie ihr Fressverhalten dem Nahrungsangebot anpassen können. Normalerweise leben sie hauptsächlich von Insekten, Aas, Pilzen und Honigtau, dem zuckerhaltigen Ausscheidungsprodukt von Blattläusen. Wenn es aber klimabedingt zum Baumsterben mit Schädlingsbefall kommt, stellen sich die Ameisen auf den Verzehr von Borkenkäfern, Raupen, Larven und anderen Schädlingen um. Interessanterweise bilden Ameisenvölker einen gemeinsamen Organismus und handeln als »kollektive Intelligenz«. Sie dienen dem Grünspecht als Nahrung und sind ansonsten vor allem durch intensive Forstwirtschaft, Wegebau, Insektizide und Pestizide gefährdet.

Heuschrecken, Nutznießer globaler Erwärmung?

Eigentlich sollte es den Heuschrecken während der zunehmenden Erwärmung gut gehen, da sie generell Wärme liebende Organismen sind. Aber in Deutschland sind mehr als die Hälfte der Heuschreckenarten vom Aussterben bedroht. Verantwortlich sind die Zerstörung ihrer natürlichen Lebensräume sowie massiver Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden.

Die meisten Heuschreckenarten bevorzugen gemischte Kost wie Gräser, saftige Pflanzen wie Klee oder Löwenzahn, Insektenlarven, Raupen und Blattläuse. Gleichzeitig dienen sie selbst als Nahrungsgrundlage für viele Vogelarten und sind beliebt bei Störchen, Spechten, beim Neuntöter, Wiedehopf und anderen Vögeln.

Der Doktorand Franz Löffler von der Uni Osnabrück sagt: »Unsere Ergebnisse weisen darauf hin, dass die globale Erwärmung aktuell zu einer Ausbreitung Wärme liebender

Heuschreckenarten führt. Sie zeigen auch, dass die Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität maßgeblich von der Habitatqualität und der Vernetzung der Lebensräume abhängen. Damit Arten ihre Verbreitungsareale den klimatischen Veränderungen anpassen können, ist ein funktionierender Biotopverbund, z. B. durch Blühstreifen entlang Wegen und Straßen, von essenzieller Bedeutung.« Für Heuschrecken ist eine Habitatveränderung in vielen Landschaften Mitteleuropas wegen der starken Isolation ihrer Lebensräume aber nur sehr eingeschränkt möglich.

Einige Wissenschaftler befürchten, dass Heuschrecken im Laufe des Klimawandels zur Plage werden könnten. Dr. Thomas Kreuter von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) sagt: Es gibt auch Arten, die keine Bedrohung darstellen und sogar als nützlich betrachtet werden, weil sie sich von diversen Insektenlarven ernähren. Dazu gehören u. a. das Grüne Heupferd und Roesels Beißschrecke.

Seit einigen Jahren wird beobachtet, dass während zunehmender Erwärmung immer mehr Heuschreckenarten aus dem Mittelmeerraum in Deutschland einwandern, auch die sogenannte Gottesanbeterin. Sie stammt ursprünglich aus Afrika, ist selbst ein Insekt, frisst als Fangschrecke andere Insekten wie Fliegen, Wespen, Bienen, aber auch Heuschrecken und sogar Artgenossen.



Warzenbeißer

Es bleibt wirklich abzuwarten, wie sich das Verhältnis beim »Fressen und Gefressenwerden« in den nächsten Jahren entwickeln wird.

Indirekte Folgen des Klimawandels auf Insekten

Durch den erhöhten CO₂-Gehalt der Atmosphäre wachsen Pflanzen schneller als ihr Gewebe, von dem sich viele Insekten ernähren. Es wird nährstoffärmer und durch die vermehrte Einlagerung von Tanninen (Gerbstoffen) schlechter verdaulich. Dies kann die Larvalentwicklung von pflanzenfressenden Insekten hinauszögern und zu höheren Sterblichkeitsraten führen, wodurch ohnehin gefährdete Arten lokal aussterben könnten (Coviella 1999/Dr. Miriam Pampus).

Beispiele für die Einwanderung Wärme liebender Insektenarten

- ♦ Die Tigermücke stammt aus Asien, wurde aber bereits mehrfach in Süddeutschland gesichtet, sie gilt als Überträgerin gefährlicher Krankheiten.
- ♦ Der Totenkopfschwärmer ist ein Wanderfalter aus Afrika, dringt über den Mittelmeerraum Richtung Norden vor. Seine Eier legt er u. a. auf Tabak- oder Kartoffelpflanzen ab.
- ♦ Das Taubenschwänzchen ist ein Schmetterling aus Südeuropa, der neuerdings auch in Süddeutschland überwintert.
- ♦ Laufkäfer sind vor allem durch Insektizideinsatz stark gefährdete Nützlinge, die zur Minderung landwirtschaftlich bedeutsamer Schädlinge beitragen.
- ♦ Auch die aus Südeuropa eingewanderte Wespenspinne zählt zu den Vertretern der Nützlinge (LfL Schriftenreihe 13/2007).
- ♦ Gewarnt werden muss vor der giftigen Dornfingerspinne, die verstärkt aus dem Mittelmeerraum zuwandert und sich gerne in hohen Gräsern versteckt. Ihr Biss ist für den Menschen zwar sehr schmerzhaft, aber nicht tödlich.
- ♦ Auch einige mediterrane Libellenarten wie beispielsweise die Feuerlibelle haben sich seit der zunehmenden Erwärmung in Deutschland angesiedelt.

Zunahmen/Vermehrungen Wärme liebender Schädlinge

In trocken-heißen Jahren führt die Ausbreitung Wärme liebender Schädlinge wie z. B. Borkenkäfer und Eichenprozessionsspinner zu starken Schädigungen an Waldbäumen. Auch die vermehrte Ausbreitung von Zecken und damit verbundene Borreliose- und FSME-Erkrankungen werden auf die Klimaerwärmung zurückgeführt (Bundesamt für Naturschutz, BfN 2004).

Amphibien und Reptilien, Leidtragende im Klimawandel?

Amphibien wie beispielsweise Frösche, Kröten oder Molche reagieren extrem empfindlich auf eine Vielzahl von Umwelteinflüssen und stellen daher eine durch den Klimawandel besonders bedrohte Tiergruppe dar. Sie zeigen Reaktionen auf veränderte Niederschläge, Luftfeuchtigkeit und Temperatur (Pounds & Crump 1994, Blaustein et al. 2001).

Da sie aufgrund ihrer wasserdurchlässigen Haut generell auf feuchte Habitate, Feuchtgebiete oder Gewässer angewiesen sind, können zunehmende Trockenheit, ein Rückgang von Feuchtgebieten oder periodisches Trockenfallen von sonst permanent Wasserführenden Gewässern alle Amphibienarten beeinträchtigen und zu lokalem Aussterben von Arten führen. Eine Zunahme von Wetterextremen kann Amphibienpopulationen besonders hart treffen. Geringe Niederschläge im Winter können dazu führen, dass kleinere Gewässer bis auf den Grund durchfrieren, was überwinternde Amphibien schädigen kann (Irwin et al. 1999).

Außerdem reagieren Amphibien aufgrund ihrer durchlässigen, empfindlichen Haut besonders stark auf Schadstoffe und



Kröte mit Laich



Zauneidechse

UV-Strahlung. Forscher haben festgestellt, dass erhöhte UV-Strahlung die Kaulquappen vieler Amphibienarten besonders anfällig für Pilzerkrankungen macht. Zu erhöhter UV-Strahlung kommt es durch sinkende Wasserstände in den Laichgewässern, die wahrscheinlich durch den globalen Klimawandel verursacht werden (Kiesecker et al. 2001, Pounds 2001).

Amphibien und Reptilien sind nicht so mobil wie andere Tiergruppen und daher besonders von Habitatveränderungen und -fragmentierung betroffen.

Als sogenannte wechselwarme Tiere wirkt sich die Umgebungstemperatur unmittelbar auf ihre eigene Körpertemperatur aus. Wenn sie während längerer Hitzeperioden auf keinen geeigneten Lebensraum in unmittelbarer Nähe ausweichen können, sind ihre Überlebenschancen gering. Laut internationaler Roter Liste ist bereits jede dritte Amphibien- und Reptilienart in ihrem Bestand bedroht.

Da Reptilien wie Schlangen und Eidechsen wärmeliebend sind, könnte der Klimawandel diese Tiergruppe jedoch auch begünstigen, solange es nicht zu extremer Hitze mit absoluter Trockenheit kommt. Diese und andere Beobachtungen untersuchten internationale Wissenschaftler unter Beteiligung des WWF Deutschland in einer Übersichtsstudie (Winter et al. 2016).

Während eines ersten Überblicks wurde bereits offensichtlich, dass die Effekte des Klimawandels auf diese empfindlichen Tiere schon jetzt drastisch sind. Neben den veränderten Klimabedingungen nehmen die Zerschneidung der Landschaft und die Zerstörung von Feuchtgebieten und Trockenflächen zu: Die Ausbreitungsgebiete werden kleiner, die Bestände gehen stark zurück, und die Fortpflanzung der Tiere ist gefährdet.

Regenwürmer leiden unter Trockenheit

Sie reagieren auf allmähliche Klimaveränderungen mit Arealverschiebung durch Ab- bzw. Zuwanderung. Es bleibt abzuwarten, wie diese Spezies der Acker- und Grünlandbiotope mit dem Klimawandel der Zukunft zurechtkommen wird. Sommerliche Wärme und Trockenheit werden in der Regel gut überstanden, extreme Hitze- und Trockenperioden führen allerdings zu erhöhten Sterberaten. Milde und feuchte Winterwitterung führt zu deutlicher Zunahme von Regenwürmern und bringt Vorteile für die Bodenfruchtbarkeit (Dr. Thomas Kreuter/LfL).

Außerdem problematisch für Regenwürmer sind harte, verdichtete Böden, wie sie durch den Einsatz von Agrartechnik mit schweren Landmaschinen entstehen. Wenn eine Wiese zwischen Mai und Oktober zwanzigmal oder gar noch häufiger mit einem schweren Traktor befahren wird, um zu mähen, zu wenden, Silageballen herzustellen und anschließend wieder mit Gülle zu düngen, darf man sich nicht wundern, wenn die Böden immer mehr verhärteten.

Abgesehen von der für viele Blütenpflanzen sehr nachteiligen Gülledüngung, können auch sehr viele dieser Pflanzen ausschließlich auf lockeren, nährstoffarmen Böden gedeihen. Diese Zusammenhänge sind mit ein Grund für die extreme Abnahme der Artenvielfalt, zunächst bei den Pflanzen und in der Folge auch bei sämtlichen Insekten.

Wie später noch beschrieben wird, spielen Regenwürmer bei der Humusbildung eine ausgesprochen wichtige Rolle, deshalb müssen wir uns klar machen:

Regenwürmer erschaffen Bodenfruchtbarkeit, Agrotechnik tötet sie.

Schmetterlinge reagieren auf zunehmende Erwärmung

Schmetterlinge zeigen bereits deutliche klimabedingte Verhaltensänderungen: Für 22 von 35 europäischen nicht wandernden Schmetterlingsarten konnten Arealverschiebungen nach Norden von bis zu 240 Kilometern nachgewiesen werden (Warren 2001/LfL).



Perlmutterfalter auf wildem Schnittlauch

Schmetterlinge reagieren auch insofern auf die zunehmende Klimaerwärmung, dass z. B. der Admiral, der als Wanderfalter früher auf der Alpensüdseite überwinterte, inzwischen auch in Deutschland bleibt und das Tagpfauenauge die Erwärmung mit inzwischen drei anstatt wie früher zwei Generationen nutzt.

Während manche Schmetterlingsarten von einer mäßigen Erwärmung durchaus profitieren können, wirken sich Hitze und Dürre absolut negativ aus. Hinzu kommt aber oft noch eine grundsätzliche Problematik, die mit der Spezialisierung auf bestimmte Pflanzenarten, mit dem Mahdzeitpunkt und mit den Entwicklungsstadien eines Schmetterlings zu tun hat: Beispielsweise lebt der Braune Feuerfalter auf extensiv genutzten Flächen und fliegt in zwei Generationen, von Ende April/Anfang Mai bis Juni und im Juli/August. Die Raupen brauchen zum Überleben Pflanzen mit niedrigem Stickstoffgehalt wie den Sauerampfer, andernfalls ist ihre Überlebensrate gering. Bei einer (meist üblichen) Mahd Anfang Juli liegt dieser Zeitpunkt sehr wahrscheinlich vor der Flugzeit der zweiten Generation, vernichtet also Raupen und Puppen. Aber selbst wenn schon Falter geschlüpft sind, finden sie auf der frisch gemähten Wiese weder Nahrung noch Möglichkeiten zur Eiablage. Eine komplette Mahd bedeutet für alle (überlebenden)

Wiesenbewohner einen starken Einschnitt, da sich das Mikroklima in kürzester Zeit radikal ändert und wesentlich warm-trockener, aber auch unbeständiger wird. Die Vegetation kann keinen Schutz und Ausgleich mehr bieten (NABU/I. Brand 2010, A. Mitschke 2015).

Eine sehr frühe Mahd wirkt sich in vielen Fällen eher negativ auf die Insektenfauna einer Wiese aus. Beispielsweise können die Raupen des im Frühjahr fliegenden Aurorafalters, der seine Eier u. a. an Wiesen-Schaumkraut ablegt, ihre Entwicklung nicht rechtzeitig beenden und sich verpuppen, sodass sie durch frühes Mähen mit Sicherheit vernichtet werden. Ähnliches gilt für viele andere Tagfalterarten.

Aber auch gegen einen zweiten, aus vegetationskundlichen Aspekten durchaus sinnvollen zweiten Schnitt können dieselben Bedenken geltend gemacht werden wie gegen die frühe Mahd. Grundsätzlich bereitet eine zweischürige Mahd vielen Tagfaltern unüberwindliche Probleme. Es gibt Schmetterlingsarten, deren Entwicklungsstadien in der Vegetation überwintern, die also eine vollständige Mahd ihrer besiedelten Fläche gar nicht überleben können. Zu diesen Arten gehören die Braun-Dickkopffalter, die als Ei oder Jungraupe in Gräsern überwintern. Diese Falter sind auf ungemähte Randbereiche oder Brachen angewiesen. Sie können auf Dauer nicht überleben, wenn sämtliche Wiesen komplett gemäht und die Kleinstrukturen, die früher in großer Zahl vorhanden waren, beseitigt werden (NABU/I. Brand 2016).

Wenn zu dieser generellen Überlebensproblematik der Schmetterlinge noch zusätzliche



Dickkopffalter auf Skabiosen-Flockenblume

klimabedingte Wetterkapriolen kommen, verringern sich die Überlebenschancen enorm. Dies gilt besonders für die Arten, die auf ganz bestimmte Wirtspflanzen angewiesen sind, wie z.B. der Heilziest-Dickkopffalter, der sonnige, wechsellrockene Streuwiesen mit guten Beständen der Wirtspflanze Heilziest benötigt. Er gilt bundesweit als stark gefährdet, in Bayern existieren derzeit nur noch drei Vorkommen.

Ähnliches gilt für den Blauschillernden Feuerfalter und den Randring-Perlmutterfalter, beide stehen als streng geschützte Arten auf der Roten Liste, und beide sind für die Eiablage auf den Schlangenknöterich als Wirtspflanze für die späteren Raupen angewiesen. Da diese Pflanze ausschließlich auf Feuchtwiesen vorkommt, sind die Bestände dieser Falter durch klimatisch bedingte Austrocknung dieser Wiesen stark gefährdet.

Ein anderes Beispiel dafür, wie wichtig passende Lebensraumbedingungen sind, ist das Blaukernauge. Dieser Schmetterling lebt in moorigen Feuchtgebieten und benötigt zur Eiablagezeit im August noch ungemähte Bereiche mit einzelnen herausragenden Gräsern, an denen sitzend die Eier einfach in die Vegetation fallen gelassen werden (Eistreuer). Als Raupenfutterpflanze dient in Feuchtgebieten häufig das Blaue Pfeifengras. Eine Bedeutung für die Thermoregulation dieser Falter haben offenbar in der Nähe

der Entwicklungshabitate gelegene Gehölzbestände. Verschiedene Beobachtungen stimmen darin überein, die von einer Sonnenflucht des Blaukernauges bei Temperaturen um 30 Grad und darüber berichten, bei der die Tiere Offenlandbereiche meiden und sich in den Schatten von Gehölzen flüchten (aus ANL Streuwiesenkonzept von 1995).

Der Zitronenfalter legt seine Eier ausschließlich auf Faulbaum oder Kreuzdorn ab, da sich die Raupen einzig und allein von diesen Blät-



Blaukernauge



Zitronenfalter auf Kohlkratzdistel

tern ernähren können. Fehlen diese Sträucher in der Vegetation, gibt es für den Zitronenfalter keine Überlebenschance mehr.

Aus diesen Beispielen wird ersichtlich, wie unglaublich subtil alles in der Natur aufeinander abgestimmt ist, zusammenwirkt oder auch voneinander abhängig ist. Bereits scheinbar geringfügige Störungen oder Veränderungen wie ein Mangel an ausreichend Feuchtigkeit, das Fehlen einer bestimmten Pflanze, menschliche Eingriffe oder klimatische Veränderungen können dieses empfindliche Gefüge stören und letztlich zum Aussterben von Arten führen. Für den Erhalt der Artenvielfalt von Tagfaltern auf Wiesen empfiehlt sich daher die Staffelmahd, eine jeweilige Teilmahd in zeitlichen Abständen, sowie jährlich rotierende ungemähte Streifen auf der Fläche und die Berücksichtigung von spät gemähten Randstreifen und Säumen.

Säugetiere an ihrer Temperaturtoleranzgrenze?

Auch Säugetiere zeigen Reaktionen auf großräumige Klimaphänomene. Gerade große Säugetiere können möglicherweise keine weitere Erwärmung der Außentemperatur unbeschadet überstehen, weil sie als übriggebliebene der abrupten Erwärmung am Ende der letzten Eiszeit schon an ihrer oberen Temperaturtoleranzgrenze leben.



Kuh nahe Ohlstadt

Geringfügige Erwärmungen führen bei großen Tieren wie Kühen bereits zu einer Verminderung der Fruchtbarkeit durch schlechtere Blutversorgung des Embryos (McLean D. M. 1991).

Bei Rothirschen wurde ein Einfluss des Klimawandels nachgewiesen, der möglicherweise ähnliche Ursachen hat. Hirsche, die nach warmen Wintern geboren wurden, waren kleiner als Hirsche, die nach kalten Wintern geboren wurden. Eine vermehrte Erwärmung könnte bei Hirschen eine Abnahme der Fruchtbarkeit zur Folge haben (Post et al. 1997).

Kleinsäuger leben meist versteckt und sind oft nachtaktiv. Ihre Populationen sind demzufolge schwer zu erfassen, sodass für Europa kaum Erkenntnisse über die Reaktion von Kleinsäugetieren auf den Klimawandel existieren (Dr. Miriam Pampus).

Vögel im Klimawandel

Laut dem Bundesamt für Naturschutz in Bonn hat Deutschland im Zeitraum von 1992 bis 2016 mehr als sieben Millionen Brutpaare verloren. Vor allem auf Wiesen, Weiden und Äckern hält der Rückgang an. Rebhuhn und Kiebitz haben zu fast 90 Prozent abgenommen, ähnlich dramatisch sei die Lage bei Uferschnepfe, Bekassine und Braunkehlchen.

Alle Vogelarten sind unabhängig von der Stärke des Klimawandels und seinen Folgen auch in Zukunft auf die Existenz geeigneter Habitatstrukturen wie Brachen, Blühstreifen, Ruderalflächen, breite Säume, Hecken, Böschungen, Bäume mit Bruthöhlen etc. in der Kulturlandschaft angewiesen. Viele Arten reagieren stärker auf Bewirtschaftungsfaktoren als auf rein klimatische Einflüsse (Dr. Thomas Kreuter, LfL 2007).

Veränderungen in der heimischen Vogelwelt: Für einige Kurz- und Mittelstreckenzieher hat die Zugdistanz in den letzten 30 Jahren deutlich

abgenommen. Beispielsweise hat die Mönchsgrasmücke früher im Mittelmeerraum oder in Afrika überwintert, bleibt aber inzwischen in Deutschland (Berthold 1998, Coppack et al. 2003/LfL).

Störche waren früher seltene Gäste auf dem Durchflug, nisten aber seit einigen Jahren auch in Bayern, beispielsweise in Murnau und Obersöchering, und bleiben vermehrt auch über den Winter hier, z. B. auf den Dächern des Klosters Benediktbeuern. Laut LBV überwinterten im Jahr 2020/21 etwa 300 Störche in Bayern. Auch immer mehr Silberreiher verbringen hier den Winter und versuchen, sich mangels Fröschen von Mäusen zu ernähren.

In Anbetracht der erwarteten klimatischen Veränderungen kann in Deutschland mit zunehmender Einwanderung von Vögeln aus warm-trockenen und mediterranen Gebieten gerechnet werden. Beobachtet wurden u. a. bereits Bienenfresser, Wiedehopf und Blauracke. Alle drei sind Insektenfresser und ernähren sich vorzugsweise von Heuschrecken. Allerdings bleibt abzuwarten, ob sie geeignete Lebensräume finden und besiedeln können, wo ihnen zu Zeiten des Insektensterbens noch genügend Nahrung zur Verfügung steht.



Störche in Schlehdorf

Hier spielt der ökologische Landbau eine außerordentlich wichtige Rolle, denn durch organische Düngung, gezielten Humusaufbau, Anbau von Zwischenfrüchten, Untersaaten wie Klee gras sowie Insektizid- und Herbizidverzicht kann sich die bodennahe Flora und Fauna auf natürliche Weise entwickeln. Viele Vögel der Agrarlandschaft ernähren sich von Sämereien, und jede Beikrautart ist Lebensraum und Nahrungsgrundlage mehrerer Insektenarten.

Deshalb finden in ökologisch bewirtschafteten Beständen und Fruchtfolgen Insekten und viele Vögel der Offenlandschaften wie z. B. Rebhuhn, Wachtel, Lerchen und Ammern günstigere Umweltfaktoren in Bezug auf Nahrung und Fortpflanzung. Außerdem bieten sich auf diesen Flächen mehr Schutzräume während klimabedingter Hitzeperioden oder Unwetter.

Laut einer Modellstudie sind etwa 25 Prozent aller Vogelarten in Europa vom Aussterben durch den Klimawandel bedroht (Thomas et al. 2004, Pounds & Puschendorf 2004/Dr. Miriam Pampus).

Darunter sind auch Arten, für die Deutschland eine besondere Verantwortung trägt, wie der Rotmilan, der seinen globalen Verbreitungsschwerpunkt auf deutschem Territorium hat. Wegen seiner Standorttreue gilt er als gefährdet, falls sich seine Lebensbedingungen dort verschlechtern sollten.

Durch den Klimawandel besonders gefährdet sind Bodenbrüter, die ihre Nester in Wiesen oder auf Kiesbänken bauen.

Im *Jahresbericht Murnauer Moos 2020*, den der Biologe Dr. Heiko Liebel herausgibt, findet sich ein Beitrag von Martin Küblbeck und Dr. Wolfgang Goymann. Die beiden Ornithologen berichten, dass aufgrund der Zunahme von Starkregenereignissen das Jahr 2020 für die Wiesenbrüter im Murnauer Moos das am wenigsten erfolgreiche wurde seit dem Beginn der Studie 2017. Durch einen heftigen Starkregen am 11. Juni wurden weite Teile des Murnauer Moooses überschwemmt, und alle Braunkehlchen und anderen Wiesenbrüter dieser Gebiete verloren ihre Nester. In den überflutungssicheren Bereichen des Moooses erfroren größere Braunkehlchennestlinge, die von ihren Müttern nicht mehr gehudert werden konnten. Nester mit noch nicht so weit entwickelten Jungen überlebten zunächst, aber ab dem 14. Juni sorgte ein drei Tage anhaltender Dauerregen dafür, dass auch viele dieser Nester von den Eltern aufgegeben wurden. Einige wenige Kehlchen

schaffen es noch, Nachgelege zu produzieren, jedoch nicht genug, um die Verluste auszugleichen.

Überschwemmungen kommen im Murnauer Moos immer wieder vor, aber Aufzeichnungen des Wasserwirtschaftsamtes zeigen, dass diese Ereignisse zunehmen. In den letzten fünfzig Jahren gab es elf Hochwasserstände der Loisach, allein sechs dieser Hochwassersituationen kamen seit 2009 vor. Die Folge dieser Starkregenereignisse und Überflutungen führt zu zusätzlicher Schwächung ohnehin schon angeschlagener Wiesenbrüterpopulationen. Umso wichtiger und dringlicher erscheint es daher, ihre Habitate zu schützen und, wann immer möglich, diese zu erweitern.

Veränderung der Phänologie von Vogelzug und Brutverhalten

Aus verschiedenen europäischen Arbeitsgruppen liegen Erkenntnisse aus Langzeitstudien vor, die ein differenziertes Bild der komplexen Auswirkungen des Klimawandels auf die Vögel zeichnen. Die wichtigsten Effekte sind Arealveränderungen und phänologische Veränderungen von Vogelzug und Brutablauf. Brutvögel aus dem Mittelmeerraum und aus Afrika dehnen infolge der Klimaerwärmung ihre Brutgebiete nach Mittel- und sogar nach Nordeuropa aus (Coppack et al. 2003). Über einen Zeitraum von 20 Jahren verschob sich die nördliche Ausbreitungsgrenze vieler Arten um durchschnittlich 18,9 Kilometer nach Norden (Thomas & Lennon 1999/ Dr. Miriam Pampus). Zugvögel überwintern zunehmend näher an ihrem Brutgebiet, und einige Arten von Langstreckenziehern fliegen nicht mehr bis nach Afrika, sondern überwintern auch im Mittelmeerraum, wie z. B. Mehlschwalbe und Gartenrotschwanz (Coppack et al. 2003). Zu den Arten, die teilweise auch in Deutschland überwintern, zählen Hausrotschwanz, Singdrossel, Zilpzalp, Star, Bachstelze, Ringeltaube und Kiebitz (Berthold 1997, Bairlein & Winkel 1998).

Bei vielen Arten verändern sich die Zugzeiten mit späterem Wegzug im Herbst und früherer Rückkehr im Frühjahr. So kehren viele Zugvögel früher in ihre Brutgebiete zurück, brüten teilweise mehrere Wochen früher als noch vor fünfzig Jahren und verweilen länger im Brutgebiet (Berthold

1997). Durch eine Verfrühung von Eiablage und Bebrütung kann die optimale Synchronisation mit dem Nahrungsangebot gestört werden, sodass zum Zeitpunkt des Schlüpfens der Jungvögel noch keine ausreichende Futtermenge zur Verfügung steht, was dann zum Tod der Brut führen kann.

In den europäischen Populationen konnte ein einheitlicher Trend zur Abnahme von Zweitbruten festgestellt werden, der mit den steigenden Temperaturen korreliert. Da sich Raupen bei höheren Temperaturen schneller bis zur Verpuppung entwickeln, verkürzt sich der Zeitraum, in dem ausreichend Nahrung für die Nestlinge vorhanden ist. Durch Wegfallen der Zweitbruten werden weniger Jungvögel geboren, während bei den Erstbruten die Sterblichkeit der Jungvögel durch schlechte Synchronisation steigt.

Zunehmende klimatische Veränderungen werden zu einer Verschärfung der phänologischen Desynchronisierung/Fehlabstimmung führen. Bei kurzlebigen Vögeln mit schneller Generationenfolge könnte es zu raschen Anpassungen kommen, langlebigere Arten werden weniger schnell reagieren können (Auszug aus Berthold 1997/Dr. Miriam Pampus).

Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf bestimmte Pflanzenarten

Auffällig ist, dass es im Bereich der Erforschung vom Einfluss des Klimawandels auf heimische Pflanzenarten wesentlich weniger Forschungen/Erkenntnisse gibt als im Bereich von Tierarten. Die meisten Untersuchungen beziehen sich auf den Bereich der Landwirtschaft.

Für die Auswirkungen des Klimawandels ist neben Temperaturerhöhung und insgesamt größerer Trockenheit die veränderte Verteilung der Niederschläge auf die Pflanzenwelt entscheidend (Porporato et al. 2004). Der erhöhte CO₂-Gehalt der Luft und erhöhte Stickstoffeinträge durch Düngung sowie die Art der Nutzung bzw. der Pflegemaßnahmen von Biotopen (Beweidung, Mahd, Holzeinschlag) sind ebenfalls wichtige Einflussfaktoren (Ollinger et al. 2002). Die Wirkung auf einzelne Pflanzen, Arten, Pflanzengesellschaften und Ökosysteme wird immer auf komplexen Wechselwirkungen dieser Faktoren beruhen.

Seltene Arten und Arten mit geringer ökologischer Toleranz sind kaum Gegenstand der aktuellen Klimafolgenforschung, die sich auf Nutzpflanzen und weitverbreitete bzw. ökonomisch bedeutsame Wildpflanzen konzentriert. Aufgrund der Komplexität der Zusammenhänge und der mangelhaften Kenntnislage ist es daher kaum möglich, naturschutzrelevante Veränderungen in Ökosystemen im Einzelnen vorherzusagen. Einige Veränderungen in der Pflanzenwelt sind jedoch schon jetzt unübersehbar.

Mögliche und teilweise schon zu beobachtende generelle Auswirkungen des Klimawandels auf Pflanzen und Pflanzengesellschaften sind:

- ◆ Veränderung der Phänologie
- ◆ Verschiebung von Vegetationszonen und Verbreitungsarealen
- ◆ Lokales Aussterben von Arten und Pflanzengesellschaften
- ◆ Zunahme von Neophyten
- ◆ Zunahme giftiger Pflanzen wie z. B. Jakobskreuzkraut
- ◆ Veränderte Pflanzengesellschaften durch veränderte Konkurrenz
- ◆ Veränderte Pflanzeigenschaften
- ◆ Zunahme von Pflanzenschädlingen
- ◆ Zunahme von Pflanzenkrankheiten

Veränderung der Phänologie, Verschiebung von Temperatur und Blühzeiten

Durch Änderungen der Lufttemperatur haben sich die phänologischen Phasen der natürlichen Vegetation sowie der Obstbäume und Feldfrüchte seit Ende der achtziger Jahre in Deutschland um bis zu acht Tage verfrüht (Chmielewski & Rötzer 2000). Die stärkste Verschiebung der Pflanzenentwicklung trat in den sehr frühen Frühlingsphasen auf. So hat sich die Forsythienblüte seit 1945 um etwa vier Wochen verfrüht (Wieden 2003). Die Haselblüte hat sich um etwa zwei Wochen verfrüht und findet je nach Gegend bereits Mitte/Ende Januar statt.

Ein aktuelles Beispiel für jahreszeitliche Verfrühungen, die zum sogenannten Mismatch bei der Nahrungssuche führen, also zu einer Fehlanpassung zwischen Pflanze und Tier, war im Frühling 2021 zu beobachten. Schuld daran waren Temperaturextreme und ständige Wechsel von warm zu kalt. Im Februar war es tagsüber bereits 10 bis 15 Grad warm, die Bienen flogen aus und sammelten die ersten Pollen, ein Brutnest wurde angelegt, und die Königin legte Eier, weil es so schien, als wäre der Frühling bereits eingeleitet. Dann kam ein krasser Temperatursturz, drei Wochen lang rutschte die Temperatur unterhalb von null Grad. Dadurch kam es zum Brutstopp, und weil das Wetter bei schwankenden Temperaturen kalt blieb, konnten die Bienen nicht ausfliegen und sind teilweise sogar verhungert. Als es endlich etwas wärmer wurde und die geschwächten, noch übrig gebliebenen Bienen ausflogen, war ihre wichtigste Tracht, der Löwenzahn, vielerorts bereits verblüht oder abgemäht. Im Gegensatz zu Wildbienen haben Honigbienen den Vorteil, dass der Imker sie notfalls zufüttern kann, aber den Wildbienen hilft niemand.

Viele Imker beklagen, dass Grasland heutzutage vor allem aus Hochleistungsgräsern besteht und dass man artenreiche Wildblumenwiesen oft vergeblich sucht. Es ist traurig, aber in einer Umgebung mit intensiv genutzten Wiesen müssen die Bienen oft mitten im Sommer Hunger leiden.

Eine Darstellung allgemeiner phänologischer Trends gestaltet sich schwierig, da die Auswirkungen der Klimaänderung selbst innerhalb eines Bundeslandes abweichen können. Tendenziell ist aber zu erkennen, dass es meist zu einer Verfrühung des Frühlings, Verlängerung des Herbstes sowie einer Verkürzung des Winters kommt (Henniges et al. 2004). Durch früheres Austreiben und späteren Blattfall verlängert sich die Vegetationszeit. Andererseits führt Trockenheit häufig zu einem vorzeitigen Blattfall bei Bäumen, sodass sich ihre individuelle Vegetationsperiode verkürzt. Dies hat negative Auswirkungen auf den Zuwachs und die Gesundheit der Bäume und zeigt sich im Folgejahr meist durch verminderte Belaubung (Chmielewski et al. 2004).

Früher Laubaustrieb und vorverlegte Blütezeit erhöhten bei Obstbäumen die Gefahr einer Beeinträchtigung durch Spätfröste. In Bezug auf bedrohte Wildpflanzenarten gibt es keine entsprechenden Erkenntnisse (Chmielewski et al. 2003).

Verschiebung von Vegetationszonen und Verbreitungsarealen

Bisher wird eine relativ kleinräumige Verschiebung der Höhenstufen im Gebirge beobachtet, die in den Alpen bereits nachweisbar ist. Kälte liebende Arten versuchen in höhere Lagen abzuwandern, doch selbst wo ein Ausweichen in höhere Regionen möglich ist, begrenzt die arttypische Migrationsgeschwindigkeit den Erfolg. In den Alpen wurde in den letzten 70 bis 90 Jahren eine vertikale Migrationsgeschwindigkeit von einem Meter pro Dekade festgestellt. Die ausschließlich aufgrund der Temperaturveränderung zu erwartende Verschiebung der Höhenzonen betrug jedoch acht bis zehn Meter pro Dekade, was zeigt, dass möglicherweise viele Pflanzenarten ihre Verbreitungsareale nicht schnell genug an den Klimawandel anpassen können (Grabherr et al. 1994).

Durch den Menschen verbreitete Pflanzen werden ihr Verbreitungsgebiet wahrscheinlich schneller anpassen können, doch viele andere Pflanzenarten mit langsamen Migrationsraten und von isolierten Standorten werden der Verschiebung der Standortbedingungen nicht folgen können. Beispielsweise fehlen in Buchenbeständen, die vor siebzig Jahren gepflanzt wurden, noch heute typische Kräuter, die in nur fünf Kilometer entfernten Buchenwäldern existieren. Diese Pflanzen haben also die Distanz von fünf Kilometern auch im Verlauf von siebzig Jahren noch nicht überwunden. Pflanzen, die durch den Wind verbreitet werden, können Freiflächen von mehreren Kilometern problemlos überwinden, aber Waldpflanzen, die durch Ameisen verbreitet werden, können das nicht (Wittig & Nawrath 2000).



Durchwurzelter Hochmoorschicht

Lokales Aussterben von Arten und Pflanzengesellschaften

Als Folge erhöhter Temperaturen, der Verringerung von pflanzenverfügbarem Bodenwasser und der Erhöhung der Nährstoffeinträge (meist durch Gülledüngung) werden Hochmoore und Moorheiden, Kleinseggenriede, alpine Sauerbodenrasen, Quellfluren und Schneebodengesellschaften als hochgefährdet eingeschätzt. Aufgrund der prognostizierten, sehr raschen Klimaänderung sind grundsätzlich alle Ökosysteme gefährdet, die für ihre Entwicklung eine lange Zeitdauer benötigen (Hoffmann 1995).

Teilweise können bereits eine Ausbreitung Wärme liebender Arten und ein Rückgang arktisch alpin und montan verbreiteter Farn- und Blütenpflanzenarten festgestellt werden. Besonders von Veränderungen betroffen sind die montanen Wälder und das montane magere Grünland (Wittig & Nawrath 2000). Mancherorts stark zurückgegangen sind Moore, seltene Kalk-Kleinseggenriede, Feuchtwälder und Feuchtwiesen. Gleichzei-



Blauflügel-Prachtlibelle



Sumpf-Stendelwurz



Sumpf-Gladiole

tig kommt es zur Zurückdrängung typischer Feuchtwiesenpflanzen wie z. B. seltener Orchideenarten.

Ursachen für den Rückgang feuchter Standorte können neben dem Klimawandel auch Eingriffe des Menschen sein wie die Einrichtung von Grundwasserförderbrunnen, die Umlegung von Fließgewässern oder Entwässerungen der Land- und Forstwirtschaft mit Gräben und Drainagen (Wittig et al. 2005; Nawrath 2005).

In dieser Situation einer hohen Anzahl massiv gefährdeter Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften, die auf kleine Restbestände zurückgeschrumpft sind, können selbst eine geringfügige Klimaerwärmung und Zunahme von Trockenheit schnell zu einem völligen Erlöschen von Vorkommen bedrohter Pflanzen führen.

Die Auswirkungen des Klimawandels müssen daher immer im Zusammenhang mit bereits bestehenden anderen Belastungen der Natur betrachtet werden.

Zunahme von Neophyten

So wie der Klimawandel allgemein Wärme liebende Pflanzen konkurrenzfähiger macht, könnten auch entsprechende Neophyten gefördert werden bzw. neu einwandern.

Die Kanadische Goldrute ist bereits vor Jahren bei uns heimisch geworden. Sie ist eine hervorragende Bienenpflanze und wird außerdem medizinisch genutzt. Der Japanische Staudenknöterich und auch das Indische Springkraut breiten sich unter den klimabedingten Veränderungen bereits rasant aus. Letzteres hilft Bienen und Hummeln zu überleben, da es noch bis in den Spätherbst hinein blüht.

Auch die Beifuß-Ambrosie ist weiter im Vormarsch, eine Pflanze mit hohem Potenzial, Allergien und Asthma auszulösen.

Nicht gegen alle Neophyten müssen und können Maßnahmen ergriffen werden. Kritisch ist die Ausbreitung in seltenen Biotopen, insbesondere in Naturschutzgebieten, wo die Verdrängung ohnehin bedrohter Arten und Pflanzengesellschaften zu befürchten ist.

Zunahme giftiger Pflanzen wie z. B. Jakobskreuzkraut

Die gegen Trockenheit und hohe Temperaturen widerstandsfähige Pflanze bahnt sich seit mehreren Jahren, begünstigt durch den Klimawandel, verstärkt ihren Weg auf Wiesen und Weideflächen. Kreuzkrautarten sind für Tiere giftig, verursachen schwere Leberschäden und können vor allem längerfristig zum Tod führen. Deshalb sollten sie unbedingt vor dem Ausstreuen ausgestochen und vernichtet (am besten verbrannt) werden.

Veränderte Pflanzengesellschaften durch veränderte Konkurrenz

Neben Wirkungen der Witterung auf die Konkurrenzverhältnisse zwischen Pflanzenarten sind auch Effekte der erhöhten CO₂-Konzentration der Luft nachweisbar. Pflanzen reagieren auf erhöhten CO₂-Gehalt der Atmosphäre mit mehr Photosynthese und Reduktion der Zahl der Spaltöffnungen an den Blättern. Dadurch benötigen sie weniger Wasser und werden widerstandsfähiger gegen Trockenheit (Anderson et al. 2001, Blaschke et al. 2001).

Verschiedene Studien belegen, dass die Reaktion von Pflanzen auf einen erhöhten CO₂-Gehalt der Luft artspezifisch unterschiedlich ist. Daher muss mit einer Verschiebung des Artspektrums von Pflanzengesellschaften auf-

grund veränderter Konkurrenzverhältnisse gerechnet werden (Soussana et al. 2005, Teyssonneyre et al. 2002).

Laut einer experimentellen Studie der Universität Freiburg wachsen Buchensämlinge bei einer Kombination aus moderater Trockenheit, starker Sonneneinstrahlung und hoher Temperatur langsamer als Brombeeren und werden durch sie im Wachstum behindert. Bei niedrigeren Temperaturen oder niedrigen Strahlungswerten hat die Buche jedoch einen Wachstumsvorteil. Dies impliziert, dass bei einer Zunahme heißen, sonnigen und trockenen Klimas die Entwicklung der sensibel auf Trockenheit reagierenden Rotbuche gestört sein kann (Fotelli et al. 2005).

Da die Rotbuche als Flachwurzler eigentlich frische bis feuchte Böden bevorzugt, wird sie möglicherweise als wichtigster bestandsbildender Waldbaum in großen Teilen Mitteleuropas bald von weniger trockenheitsempfindlichen Arten abgelöst. Da die Buchenmast (Bucheckern) ein wesentlicher Bestandteil der Winternahrung vieler Vögel und Säugetiere ist, würde ein Zurückgehen der Rotbuchenwälder möglicherweise auch gravierende Veränderungen in Artenspektrum und Populationsdichten von Tieren nach sich ziehen (Saether et al. 2003).



Flachwurzler Buche

Aufgrund von Modellberechnungen wird davon ausgegangen, dass in heute schon trockenen und warmen Regionen Österreichs zukünftig der Anteil von Eichen und Gemeiner Kiefer in Waldbeständen ansteigen wird (Lexner et al. 2002).

Veränderte Pflanzeigenschaften

Nährstoffgehalt und Pflanzengewebe verändern sich aufgrund des erhöhten CO₂-Gehalts der Luft in Verbindung mit erhöhten Temperaturen und möglichen weiteren Faktoren. Dies hat Auswirkungen auf den Arterhalt und die Populationsentwicklung von Pflanzenfressern. Bei einigen Vögeln wurde beobachtet, dass sie Raupen verschmähen, die sich von unter erhöhtem CO₂-Einfluss gewachsenen Blättern ernährt haben. Diese Raupen enthalten, wie ihre Blattnahrung, mehr Phenole und Tannine (Gerbstoffe) als unter normalen Bedingungen gewachsene Blätter. Das wirkt sich auch auf die Entwicklung der Raupen aus, sie wachsen langsamer (*www.medicalnews-today.com*).

Bestimmte Blattlausarten reagieren auf die unter CO₂-Einfluss veränderte Pflanzenqualität mit einem Populationswachstum (Newmann 2003).

Zunahme von Pflanzenschädlingen

Durch höhere Temperaturen und Treibhausgase wie CO₂ und Ozon nehmen Schädlinge wie Pilze, Blattläuse, Borkenkäfer und viele andere Insekten zu (Dr. Miriam Pampus 2005).

Wärme und Trockenheit können Pflanzen schwächen und gleichzeitig Schädlinge begünstigen, insbesondere Insekten, aber auch Schmarotzer wie z. B. Misteln.

Wenn Fichten aufgrund von Trockenheit nicht genügend Harz zur Abwehr produzieren können, sterben sie oft schon durch geringen Borkenkäferbefall. Trifft eine Schwächung der Bäume mit einer Massenvermehrung von Borkenkäfern zusammen, können sogar Buchen und andere Arten geschädigt werden, die sonst kaum von Borkenkäfern befallen werden (*www.umweltschutz-news.de/news*).

Besonders Dreizehenspechte sind Borkenkäferliebhaber, sie vertilgen pro Jahr und Specht etwa 670 000 Borkenkäfer. Außerdem füttern sie ihre Jungvögel mit Borkenkäferlarven. Im Nationalpark Berchtesgaden machten Borkenkäfer 80 Prozent der Nahrung adulter (erwachsener) Dreizehenspechte aus. Um die Nahrung der Spechte zu sichern, müssen immer genügend Totholzstämme im Wald



Borkenkäfer

verbleiben. Zusätzlich ist für andere Vögel und Kleinsäuger die Borkenkäferbrut in abgefallenen Rindenstücken zugänglich.

Durch mildere Winter haben in vielen Gegenden die Wühlmauspopulationen stark zugenommen. Weltweit gibt es etwa 150 Arten, dazu gehören u. a. die Feldmaus, Rötelmaus und Schermaus. In der Landwirtschaft können, insbesondere durch Schermäuse, erhebliche Schäden auftreten, beispielsweise im Obstanbau. Hier bieten Drahtgeflechtkörbe um den Wurzelballen einen guten Schutz. Auch in Gärten kann es zu Fraßschäden an Kräutern, Wurzeln, Knollen und Blumenzwiebeln kommen.

Bei Bekämpfungsmaßnahmen sollte allerdings unbedingt darauf geachtet werden, dass die besonders geschützten Maulwürfe nicht zu Schaden kommen.

Da Mäuse eine große Anzahl an Fressfeinden besitzen, bleibt zu hoffen, dass diese ein zu starkes Überhandnehmen von Mäusepopulationen verhindern können. Natürliche Feinde sind Katzen, Hunde, Füchse, Marder, Dachse, Iltisse und Wiesel, außerdem Greifvögel wie Bussarde, Falken, Milane und Eulen.

Zunahme von Pflanzenkrankheiten

Bedingt durch mildere Winter, können sich vor allem Rostkrankheiten stärker ausbreiten, speziell Getreideroste. Auch eine Zunahme von Viruskrank-



Birke mit Schädlingsbefall

heiten, z. B. in Getreide oder Kartoffeln, ist zu erwarten, da sie von Wärme liebenden Insekten übertragen werden. Durch tendenziell stärkeren Insektenbefall werden auch Sekundärerkrankungen erwartet wie Fraßschäden durch den Maiszünsler oder Schwärzepilze nach einem

Blattlausbefall. Witterungsbedingte Schäden als Folge von Starkregen oder Hagel entstehen durch Pflanzenverletzungen, die Krankheiten als Eintrittspforte dienen können.

Zusammenfassung

Der globale Klimawandel bringt eine Erhöhung der Temperatur, größere Trockenheit durch Veränderungen der Niederschlagshäufigkeit und -intensität und eine Zunahme von Wetterextremen wie Stürme, Dürren und Fluten mit sich. Zusätzlich wirken die Treibhausgase selbst, wie Kohlendioxid und Ozon, auf die Organismen. Diese Wirkungen werden ergänzt durch andere menschengemachte Einflüsse wie saurer Regen, erhöhte Nährstoffeinträge (durch Düngung, vor allem mit Gülle), Grundwasserabsenkung, Schadstoffe, Flächenversiegelung und verschiedene Formen der Landnutzung. Es ist zu erwarten, dass sich die Effekte des Klimawandels noch verstärken werden (Dr. Miriam Pampus).

Natürlich ist es schwierig, die exakten Auswirkungen des Klimawandels auf Flora und Fauna vorherzusagen, da jede Art in ihrer eigenen Weise auf die Kombination der auf sie einwirkenden Faktoren reagiert und zahlreiche Wechselwirkungen zwischen Arten und Ökosystemen bestehen. Aber eines ist ganz klar:

Wir Menschen müssen alles in unserer Macht Stehende unternehmen, um sämtlichen uns bekannten Faktoren entgegenzuwirken, welche die globale Klimakrise vorantreiben.

Die Klimakrise bewirkt schon heute viele Veränderungen bei Tieren, Pflanzen und Böden. Nicht zuletzt sind auch wir Menschen mittelbar und unmittelbar direkt betroffen vom Wandel der Natur, Fauna und Flora.

Beim Betrachten komplexer ökologischer Zusammenhänge kann uns bewusst werden, wie sehr jeder menschliche Eingriff, jedes fehlende Tier und jede ausgestorbene Pflanze Einfluss ausübt auf das große Ganze. Es wird erfahrbar, wie leicht wichtige Verbindungen oder gegenseitige Abhängigkeiten innerhalb ihrer natürlichen Vernetzung gestört werden. Um den kommenden drastischen Veränderungen begegnen zu können, brauchen wir heute eine Neuausrichtung im Denken und Handeln – nur so wird es uns gelingen, unseren einzigartigen Planeten auch für zukünftige Generationen zu bewahren. Elfie Courtenay bietet dafür viele wertvolle Denkanstöße, Hintergrundinformationen und hilfreiche Kontaktadressen.

Elfie Courtenay wuchs im ländlichen Oberbayern auf und entdeckte schon früh ihre Liebe und Faszination für die Natur. Sie bietet meditative Wanderungen und Wildkräuterexkursionen an und ist u. a. Autorin des Buches »Heilkräuter. Überliefertes Wissen für Hausapotheke und Küche«.

