

heute ein mediterranes Klima haben, kann unter den erwarteten Bedingungen für ein Szenario ohne Gegenmaßnahmen regional nur noch eingeschränkt oder in den heißesten Gebieten gar nicht mehr mit den heute bekannten Methoden Land- und Forstwirtschaft

betrieben werden – mit erheblichen negativen, sogar katastrophalen Folgen für die menschliche Ernährung.

Holger Thüs, Arno Wörz

Erfolgsmodelle unter Druck – Insekten und Klimawandel

Insekten umfassen um die 1,5 Millionen beschriebene Arten weltweit. Sie werden als eine der erfolgreichsten Abstammungslinien von Organismen betrachtet, da sie nahezu alle Arten von Lebensräumen besiedeln und eine enorme Vielfalt an Lebensstrategien entwickelt haben. Die Insekten, mit denen wir am vertrautesten sind, etwa in der Stadt oder in Agrarlandschaften, sind häufig Generalisten, die sich leichter an Umweltzerstörung anpassen oder ausweichen können. Die meisten Arten sind hingegen höchst spezialisiert und benötigen relativ beständige Umweltbedingungen, damit ihre Populationen langfristig überleben. Somit gehören sie zu den empfindlichsten Organismen in Bezug auf den Klimawandel.

Das Klima einer bestimmten Region hängt von mehreren Variablen ab, u. a. Breitengrad, Geomorphologie, Höhe und örtlichen Gewässern. Das Klima hat, gemeinsam mit anderen Faktoren, einen langfristigen Einfluss auf die Verbreitung von Pflanzen und Tieren auf dem gesamten Planeten. Zum Beispiel beeinflusst das Klima die Verbreitung von Arten mit geringer Mobilität, wie etwa Bäume, die wiederum andere Organismen beeinflussen, deren Überleben von diesen Arten abhängt (wie etwa bestäubende Insekten, Pilze, Flechten etc.), was einen Kaskadeneffekt auf die Nahrungskette hat. Ein indirekter Effekt des Klimawandels auf Organismen ist das Eintreffen invasi-

ver Arten, die außerhalb ihrer natürlichen Verbreitungsgebiete überleben und durch die Konkurrenz um ökologische Nischen oder Jagd (z. B. die Asiatische Hornisse *Vespa velutina*) lokale Arten negativ beeinflussen können. Der vom Menschen verursachte Klimawandel kann natürliche Ökosysteme auf mehreren Wegen beeinflussen, etwa durch den allmählichen Anstieg der Durchschnittstemperaturen (im Winter wie im Sommer), durch Veränderungen der Saisonalität, durch Störung des Niederschlagsregimes und durch die Zunahme der Häufigkeit von Extremwetterereignissen. Wenn mehrere dieser Effekte zusammenwirken, kann das Ergebnis verheerend sein: Die australischen Buschbrände 2019–2020 töteten Milliarden Tiere und brachten Dutzende endemische Arten an den Rand des Aussterbens; oder die immer häufiger auftretenden Wirbelstürme, die im Jahr 2020 zu katastrophalen Überschwemmungen und Heuschreckenplage in Ostafrika führten, wodurch Millionen Menschen vom Hungertod bedroht sind. Auch wenn die Auswirkungen des Klimawandels subtiler sind und schwieriger wahrzunehmen, kann ihr Einfluss auf das Gleichgewicht der Ökosysteme ebenso schwerwiegend sein. In ihrer Geschichte hat die Erde extreme Klimawandel erlebt, wärmere Phasen haben sich mit kühleren abgewechselt. Klimawechsel der Vergangenheit bedingten die



51 Die Asiatische Hornisse (*Vespa velutina*) wurde erstmals 2004/05 in Europa nachgewiesen und breitet sich seither stark aus. Deutschland wurde 2014 erreicht.

aktuelle Verbreitung der Lebewesen über lange Zeiträume. So sind etwa Gletscher-Refugien Gebiete, in denen Arten während Vergletscherungen dank wärmerer lokaler Bedingungen überlebten (und sich weiterentwickelten). Die Gefahr des menschengemachten Klimawandels ist das Tempo, mit dem er erfolgt, besonders in arktischen und ariden Gebieten. Insekten, die in diesen extremen Umgebungen leben, haben sich spezialisiert, um Temperaturen ertragen zu können, die nahe an ihren Toleranzgrenzen liegen. Nun können sie sich nicht schnell genug anpassen und sind somit ernsthaft in Gefahr auszusterben.

Die meisten Insektenarten sind anfällig für rasche Umweltveränderungen, entweder weil sie bereits an extreme Bedingungen angepasst oder weil sie von anderen Arten abhängig sind (etwa spezialisierte Bestäuber oder Parasitoide). Die Schnelligkeit, mit der Arten sich an Veränderungen anpassen müssen, steht in engem Zusammenhang mit Faktoren wie z. B. der Höhe: Berginsekten müssen im Vergleich zu Tieflandinsekten

nur relativ kleine Entfernungen zurücklegen, um Temperaturanstiegen auszuweichen – weiter oben wird es kühler. Paradoxerweise sind die Arten der Berge jedoch gefährdeter, weil sie sich aufgrund eines Mangels an geeigneten Lebensräumen, in die sie ziehen könnten (in diesem Fall: der Berggipfel), auf einer sogenannten „Rolltreppe ins Aussterben“ befinden.

Daten, die über die letzten Jahrzehnte in verschiedenen Teilen der Welt ermittelt wurden, darunter eine wegweisende deutsche Studie, deuten auf einen schnellen Rückgang der Insektenpopulationen hin. Dessen genaue Ursachen sind noch weitgehend unbekannt. Obwohl viele Studien diesen Rückgang mit dem Einsatz von Insektiziden, mit intensiver Landwirtschaft und anderen großflächigen Landnutzungspraktiken in Verbindung bringen, werden all diese Faktoren wahrscheinlich durch die menschengemachten Klimaveränderungen verschärft. Weitere Studien haben eine Entwicklung hin zu einem jahreszeitlich früheren Auftreten von Schmetterlingen und anderen Insekten im Frühling betont. Gemeinsam mit anderen ähnlichen Ungleichgewichten, die unbekannt oder unzureichend durch Studien belegt sind, könnten diese Ergebnisse zu einer Kaskade negativer Auswirkungen auf Ökosysteme (und damit auch auf das menschliche Wohlergehen) führen.

Daniel Whitmore, Sérgio da Silva Henriques