

## Wandel in der Zukunft: Wohin steuern wir?

### Sturm im Becherglas – wie Biodiversitätsforscher die Welt und ihren Wandel simulieren

*Voraussagen zum globalen Wandel, welche Ökosysteme und ihre Artengemeinschaften sich wie durch menschlichen Einfluss verändern werden, basierten bisher vor allem auf Beobachtung der Veränderung von natürlichen Systemen und dem Versuch, das Zusammenspiel von natürlichen Systemen und ihrer Umwelt zu verstehen. Doch die Natur als Untersuchungssystem ist oftmals viel zu komplex und die Evolution zu langsam, um Entwicklungen vollständig beobachten und beschreiben zu können. Leipziger Ökologen simulieren deshalb natürliche Systeme im Reagenzglas und prüfen so, wie sich Ökosysteme durch Störgrößen wie Klimawandel, Nährstoffüberschuss u.a. verändern. Dabei stellen sie fest, dass gerade komplexe Systeme sich bei Veränderung ihrer Umwelt nicht graduell anpassen sondern gerne schlagartig und unerwartet einen anderen Zustand einnehmen, und sich damit unberechenbar wandeln.*

Bei sich weiter verstärkendem Klimawandel wäre die menschliche Spezies unter den Verlierern. Einen durchschnittlichen Temperaturanstieg von 0,1 bis 0,2°C pro Generationen würde die Lebensbedingung für sie wahrscheinlich extrem verschlechtern. Zumindest wenn man den Vergleich von Ökosystemen von Mikroben auf Makroorganismen wie Säugetieren zulässt. Zu diesem Schluss kam nämlich 1999 der amerikanisch Forscher Owen Petchey und seine Kollegen, als sie in einem Reagenzglas voller Mikroorganismen den Klimawandel simulierten. In einem System mit drei trophischen Ebenen erhöhten sie die Umgebungstemperatur ungefähr in der äquivalenten Geschwindigkeit wie er derzeit gemessen an der Lebensdauer eines Menschen stattfindet. Dabei zeigte sich, dass vor allem die obere trophischen Ebenen, also Organismen, die wie wir am oberen Ende der Nahrungskette stehen im System ausfielen..

„Ob eine Amöbe ein Bakterium frisst oder ein Löwe ein Gnu, ist was die Interaktion der beiden Organismen zueinander gesehen angeht das gleiche nur in einem anderen Maßstab.“ meint Ingo Fetzer, Ökologe am Helmholtzzentrum für Umweltforschung Leipzig. Mit Mikroorganismen als Modellorganismen versucht er, ökologische Prozesse erforschen und generalisieren. Seinen Weltsimulator füllt Fetzer zum Teil einfach mit einer Probe aus dem Teich vor dem Institut. „Der Vorteil an den Mikroben, ist dass sie so kurze Generationszeiten haben, dass hier neben Anpassung auch evolutionäre Entwicklungen beobachtbar werden.“ Eine neue Generation Bakterien entsteht etwa alle 20 Minuten, die eines Pantoffeltierchens etwa einmal am Tag.

Solche Untersuchungen zeigen, dass sich Ökosysteme, also bestimmte Artenzusammensetzungen, bei sich gleichförmig verändernden Umweltbedingungen nicht auch ebenfalls gleichförmig verändern, sondern oft schlagartig. „Diese Tipping Points, oder Kipp-Punkte, stellen wir häufig fest, passieren öfters in komplexen Systemen wie unserer Natur.“ meint Fetzer. Dies erschwert deutlich Vorhersagen zum Verhalten von Ökosystemen, beispielsweise bei konstanter Temperaturerhöhung, wie sie derzeit weltweit prognostiziert wird. Erschwerend hinzu kommt, dass komplexe Systeme bei gleichen Umweltbedingungen, z. B., Temperatur, theoretisch verschiedene stabile Zustände einnehmen können. Diese so genannten „multi-stable states“ wurden erstmals 1969 von Lewontin konzipiert, aber erst in neuer Zeit wieder aufgegriffen. „Dass Systeme sich plötzlich ändern, kennen wir auch aus der Physik.“ erzählt Fetzer. „Wasser gefriert auch nicht nach und nach, sondern schlagartig.“ Wann jedoch das System umspringt, ist kaum vorhersagbar. Oft beobachten die Forscher sogar eine Art Verharrungsdrang des Systems, im seinem alten Zustand zu bleiben. „Wird jedoch einmal eine Schwelle überschritten, löst sich alles auf und ein neuer stabiler Zustand entsteht.“ Der sich allerdings wesentlich vom vorigen unterscheidet.

Und hier liegt das Problem. Denn ob eine Art in diesem neuen Zustand dann noch überleben kann ist, hängt von ihrer Anpassungsfähigkeit ab.

Die erfolgreiche Ausbreitung der Menschen ist nur durch die bisherige gute Angepasstheit an die jetzigen Umweltbedingungen möglich. Ein neuer Zustand, bspw. ein deutlich wärmeres oder kälteres Klima, würde völlig andere Artenzusammensetzungen bedeuten. Dies hätte auch lokal Auswirkungen auf die Menschen, da sie

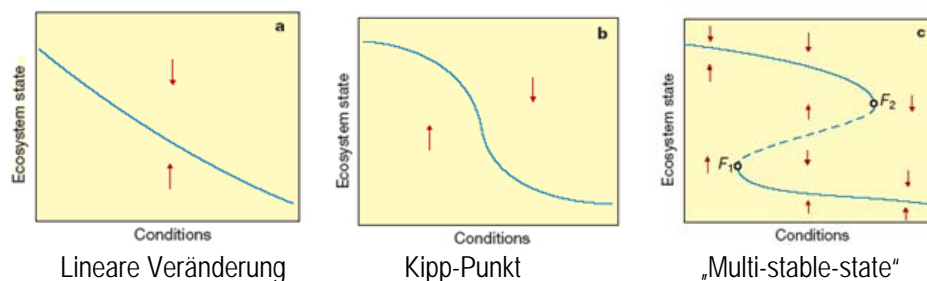
## Wandel in der Zukunft: Wohin steuern wir?

sich auf andere Nahrungsressourcen einstellen müssten. Problematischer wäre die Anpassung in jetzt schon trockenen Gebieten an eventuell deutlich weniger Wasserressourcen.

Die Frage ist, an welcher Stelle im System wir uns befinden. Wie weit haben wir den Bogen schon gespannt, und wann kippt es? Beispielsweise bei der Überfischung der Meere? „Die jährlich auftretende Quallenplage im Mittelmeer ist wahrscheinlich darauf zurück zu führen, dass wir ihre Konkurrenten wie die planktonfressenden Sardinen großflächig wegfangen und Quallen nun ihren Platz einnehmen können. Gleichzeitig dezimieren wir die natürlichen Feinde von Quallen wie Thunfische und Seeschildkröten.“ meint Fetzter. Ob die Sardinen das Terrain wieder übernehmen könnten wenn man sie ließe, ist unklar. Der Kabeljau vor dem südlichen Labrador und dem östlichen Neufundland war durch zu starke Befischung Anfang der 1990er Jahre auf ein Prozent des ursprünglichen Bestandes geschrumpft.

Trotz eines noch immer geltenden Fangstopps hat er sich dort bis heute nicht wieder erholt. Wiederansiedlungsversuche wie die des bei uns ausgestorbenen europäischen Störs durch das IGB Berlin sind kostenintensiv. Dabei zeichnet sich ab, dass eine stabile völlig unabhängige Population zu erreichen, vermutlich nie ohne Nachbesatz durch die Forscher möglich sein wird.

„Der Naturschutz denkt immer noch in linearen Systemen.“ meint Fetzter. Wir denken, wir hätten alles unter Kontrolle, und wenn es schief geht, könnten wir durch Renaturierung das Rad einfach wieder zurückdrehen und hätte wieder dieselben Bedingungen wie vorher. Doch die Mikroorganismen-Welten zeigen: Gibt es einen Tipping Point, muss man deutlich mehr Energie aufwenden, um wieder zum ursprünglichen Zustand zu gelangen. Für die Entscheidungsträger bedeutet dies praktisch: Jede weitere Zerstörung unserer natürlichen Lebensgrundlage steigert die Kosten in viel größerem Ausmaß.



### Kontakt:

Dr. Ingo Fetzter  
Department für Umweltmikrobiologie  
Helmholtzzentrum für Umweltforschung UFZ Leipzig  
Tel: 0341 235 1363  
E-Mail: [ingo.fetzter@ufz.de](mailto:ingo.fetzter@ufz.de)

Netzwerk-Forum zur Biodiversitätsforschung Deutschland ist ein Projekt im Rahmen von DIVERSITAS-Deutschland ([www.diversitas-deutschland.de](http://www.diversitas-deutschland.de)), gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Das Projekt wird maßgeblich durchgeführt durch das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ in Leipzig, das Museum für Naturkunde Berlin und die Universität Potsdam sowie die Mitglieder des DIVERSITAS-Deutschland Beirates.

Weitere Informationen und Hinweise zum NeFo-Projekt und Team unter [www.biodiversity.de](http://www.biodiversity.de)