



## Evolution und das Kippen von Ökosystemen

26. Februar 2019 | Sibylle Hunziker, Andri Bryner  
Themen: Biodiversität | Ökosysteme

**Wenn Ökosysteme abrupt aus einem Gleichgewicht kippen, können das Katastrophen sein für Menschen und Biodiversität. Erstaunlich wenig weiss man bisher über die Rolle der Evolution in solchen Prozessen. Jetzt hat ein Forscherteam mit Beteiligung der Eawag in «Nature Ecology & Evolution» Ansätze publiziert, wie die komplexen Fragen erforscht werden könnten.**

Seit dem 20. Jahrhundert werden weltweit seichte Seen beobachtet, die auch bei steigenden Nährstoffeinträgen lange klar bleiben. Fast von einem Tag auf den anderen werden sie aber plötzlich trüb – und verharren hartnäckig in diesem Zustand, auch wenn der Nährstoffeintrag wieder reduziert wird.

### Klarer See wird trüb

«Diese Seen sind eines der am besten untersuchten Beispiele für kippende Ökosysteme», sagt Blake Matthews von der Abteilung Fischökologie und Evolution des Wasserforschungsinstituts Eawag. Im Seeboden verwurzelte Wasserpflanzen (Makrophyten) entziehen dem System für ihr Wachstum viele Nährstoffe. Damit hemmen sie das Algen-(Phytoplankton-)Wachstum und wirken so lange als «Puffer». Übersteigt aber die Nährstoffkonzentration die Kapazität der Wasserpflanzen, nehmen die Algen überhand; das Wasser wird trüb, und ein Teufelskreis kommt in Gang: Den Wasserpflanzen fehlt das Licht, sie gehen ein und können auch keine Nährstoffe mehr binden; die Algen vermehren sich exponentiell weiter, und das ganze System kippt schnell in einen konstant trüben und überdüngten Zustand. Damit kommen viele der ursprünglichen Seebewohner nicht mehr zurecht; und die Evolution der überlebenden Populationen wird in eine ganz neue Richtung gelenkt. Deshalb ist selbst nach einer Reduktion der Nährstoffkonzentration auf das ursprüngliche Mass der neue Zustand dem ursprünglichen höchstens ähnlich, nicht aber gleich.

## Merkmale der Arten spielen Schlüsselrollen

Bei Veränderungen, die nicht mehr langsam und graduell sind, sondern abrupt zu einem ganz anderen Zustand führen, sprechen Biologen von «kippenden Ökosystemen». Anders als bei einem Lichtschalter lässt sich das Kippen eines komplexen natürlichen Systems allerdings kaum rückgängig machen.

Ökologen erforschen solche Kippmomente intensiv, denn durch menschliche Aktivitäten sind immer mehr lebenswichtige Systeme bedroht – von überfischten Meeren über erodierende Böden bis zu Korallenriffen, die dem Klimawandel zum Opfer fallen.

Dabei mehren sich die Hinweise, dass Veränderungen erblicher oder erworbener Merkmale von Pflanzen, Tieren und anderen Organismen das Kippen oder auch die Erholung des Systems beeinflussen. So können sich zum Beispiel manche Wasserpflanzen mit schnellem Längenwachstum an die Wassertrübung anpassen, weil ihr Erbgut eine variable Ausprägung dieses Merkmals zulässt; sie erreichen rechtzeitig die oberste, helle Wasserschicht und können so das Wasser weiter klären und den Moment des Kippens hinausschieben. Umgekehrt hat die Evolution vermutlich den Zusammenbruch überfischter Kabeljauschwärme beschleunigt: Sie konnten sich nicht mehr erholen, weil die dafür nötige genetische Vielfalt durch den einseitigen und viel zu intensiven Befischungsdruck zuvor schon aus ihrem Erbgut «herausgefiltert» worden war.

## Modelle für gezielte Untersuchungen

«Vieles verstehen wir noch nicht», sagt Blake Matthews. Gleich wie die anderen Autoren der Studie, die sich in Frankreich, Kanada, Grossbritannien, Schweden, den Niederlanden und Belgien mit nachhaltiger Entwicklung, Evolutionsbiologie und der Stabilität von Ökosystemen beschäftigen, plädiert der Eawag-Forscher nun dafür, die Rolle der Evolution auf Stabilisierung und Destabilisierung von Ökosystemen besser zu untersuchen.

«Allerdings ist es sehr schwierig, ganze Ökosysteme zu erforschen», sagt Matthews. "Sie sind meist zu gross und zu komplex." Die neue Publikation stösst deshalb die Entwicklung von Modellen an, mit denen man Kipp-Punkte identifizieren und mit kontrollierten Experimenten – etwa im Labor oder in den «Mesokosmen» der Eawag in Dübendorf – gezielt erforschen könnte, wie sich Ökosysteme besser schützen oder ihre Erholung fördern liesse.

## Bilder



*Klar oder trüb? Untiefe Seen können plötzlich kippen. (Foto: International Institute for Sustainable Development IISD – Experimental Lakes Area ELA, Kanada)*



*Die Versuchsteiche an der Eawag in Dübendorf (ZH) bieten ideale Bedingungen, um das Wechselspiel zwischen evolutionären Prozessen und dem Kippen von Ökosystemen zu erforschen. (Foto: Eawag, Peter Penicka)*

### Originalpublikation

Vasilis Dakos, Blake Matthews et al.: Ecosystem tipping points in an evolving world; Perspective in Nature Ecology & Evolution, advanced online 19 Feb 2019, <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0797-2>

Die Studie wurde vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützt: grant: 31003A\_175614.

### Kontakt



**Blake Matthews**  
Group Leader  
Tel. +41 58 765 2120  
[blake.matthews@eawag.ch](mailto:blake.matthews@eawag.ch)



**Andri Bryner**  
Medienverantwortlicher  
Tel. +41 58 765 5104  
[andri.bryner@eawag.ch](mailto:andri.bryner@eawag.ch)

<https://www.eawag.ch/de/info/portal/aktuelles/newsarchiv/archiv-detail/evolution-und-das-kippen-von-oekosystemen>