

KIPPUNKT

KIPPPUNKT

VON KOORDINATION UND KOOPERATION

FLORIAN DIEKERT

Wenn Menschen gemeinsam natürliche Ressourcen wie Weiden, Wälder oder Fischbestände nutzen, müssen sie Entscheidungen fällen, bei denen es um Fragen der Koordination und Kooperation geht. Wie beeinflussen drastische Veränderungen der natürlichen Umwelt die strategischen Entscheidungen der Akteure – und zwar Veränderungen, die in der Zukunft drohen, ebenso wie solche, die in der Vergangenheit liegen? Untersuchungen von Heidelberger Ökonomen zeigen, dass die Wechselwirkungen zwischen Umweltveränderungen und menschlichem Handeln eine wichtige Rolle für das Management der gemeinschaftlich genutzten Ressourcen spielen – beispielsweise bei Ökosystemen, die in ihrer Existenz bedroht sind.

E

Eine prägende Erinnerung aus meiner Kindheit sind die Sommerurlaube in Sankt Peter-Ording, in denen meine Cousins, meine Brüder und ich bei Wind und Wetter Sandburgen bauten und diese gegen die herannahende Flut verteidigten. Je näher das Wasser kam, desto intensiver schaufelten wir – bis zu einem gewissen Punkt, denn mit jeder Welle stellte sich die Frage: Lohnt es sich oder würde vielleicht schon die nächste Welle unsere Burg hinwegspülen? Arbeiteten wir gemeinsam, konnte es klappen; warf aber einer hin, dann war es auch um die Moral der anderen geschehen.

Dieses Beispiel zeigt im Kleinen, was auch im Großen gilt: Drastische Veränderungen der Umwelt, die in der Zukunft drohen, können einen starken Einfluss auf die strategischen Entscheidungen von Akteuren haben. Diese werde ich im ersten Teil dieses Beitrags näher beleuchten. Im zweiten Teil werde ich auf Veränderungen eingehen, die in der Vergangenheit liegen, und ein Verhaltensexperiment vorstellen, in dem ich mit meiner Forschungsgruppe untersuche, ob der Effekt von Umweltveränderungen davon abhängt, ob sie durch die strategischen Entscheidungen der Akteure oder durch äußere Einflussfaktoren hervorgerufen wurden.

Gemeinschaftlich genutzte Ressourcen wie Weiden, Wälder und Fischbestände (aber auch Verkehrsraum in der Innenstadt oder Internetbandbreite) sind durch ein Kooperationsproblem gekennzeichnet: Obwohl eine moderate Nutzung der gemeinschaftlichen Ressource für alle das Beste wäre, hat jeder Einzelne einen egoistischen Anreiz, seine Nutzung nicht zu begrenzen. Eine wichtige Frage unserer Zeit ist es, Lösungsansätze für dieses Kooperationsproblem zu finden. In den Wirtschaftswissenschaften wird die natürliche Umwelt der Ressourcensysteme meist nicht näher untersucht. Der Tradition der Nobelpreisträgerin Elinor Ostrom folgend, fragen wir in unserer Forschung nach den beidseitigen Rückkopplungen zwischen der Umwelt und ökonomischem Verhalten. Ein besseres Verständnis der Wechselwirkungen ermöglicht es hoffentlich, bessere Politikempfehlungen für das Management gemeinschaftlich genutzter Ressourcen geben zu können.

Der Effekt drohender drastischer Veränderungen
In theoretischer Arbeit und mit Verhaltensexperimenten haben die Ökonomen Scott Barrett und Astrid Dannenberg

„Da fast immer unbekannt ist,
an welchem Punkt genau das System
kippt, stellt sich letztlich
die Frage, ob der optimistische
Effekt eines bekannten Kipp-
punktes nicht nur ein Luftschloss ist.“

aufgezeigt, dass ein drohender Kipppunkt mit plötzlich umschlagenden und unumkehrbaren Entwicklungen innerhalb eines Systems zu mehr Zusammenarbeit führen kann – falls bekannt ist, wo der Punkt liegt, an dem das System kippt. Dann nämlich kann ein Kipppunkt das Kooperationsproblem in ein Koordinationsproblem umwandeln. Wenn dieser Punkt aber unbekannt ist, dann – so die These – führt ein drohender Kipppunkt nicht zu mehr Zusammenarbeit.

Nehmen wir als Beispiel einen Fischbestand: Wenn sicher ist, dass der Bestand kollabiert, sobald der Fang eine gewisse Menge – sagen wir 100.000 Tonnen – übersteigt, dann stehen die Akteure (die Fischereinationen) vor einem Koordinationsproblem. Wenn die anderen Fischereinationen zu viel fangen, dann hat auch die letzte Fischereination keinen Anreiz, sich zurückzuhalten, denn der Bestand wird ohnehin zusammenbrechen. Wenn aber alle anderen Fischereinationen ihre Fangquote so setzen, dass der Gesamtfang 100.000 Tonnen nicht übersteigen wird, dann hat auch die letzte Fischereination keinen Anreiz, zu viel zu fangen. Der Fortbestand der Fischerei ist gesichert. Es handelt sich hier also um ein Koordinationsproblem, das zwar ein strategisches Risiko birgt, aber leicht mit Kommunikation gelöst werden kann.

In Barretts und Dannenbergs Experiment, das die gleiche strategische Struktur wie das Fischereibeispiel hat, sind in der Tat 18 von 20 Gruppen in der Lage, das Überschreiten des Kipppunktes zu vermeiden. Führen Barrett und Dannenberg aber Unsicherheit über die genaue Lage des Kipppunktes ein, dann ist keine einzige der 20 Gruppen in der Lage, das Überschreiten des Kipppunktes mit Sicherheit zu vermeiden. Der Grund dafür ist, dass sich die strategische Struktur verändert hat. Selbst wenn alle anderen Akteure wenig fangen würden, so kann der Kipppunkt doch nicht mit Sicherheit vermieden werden. Anstelle eines Koordinationsproblems müssen die Akteure wieder ein Kooperationsproblem lösen. Da in der Realität fast immer unbekannt ist, an welchem Punkt genau das System kippt, stellt sich letztlich die Frage, ob der optimistische Effekt eines bekannten Kipppunktes nicht nur ein Luftschloss ist.

Das Element des Lernens

In der Arbeit von Barrett und Dannenberg fallen die Akteure aber nur eine Entscheidung. In eigener theoretischer Arbeit habe ich zeigen können, dass der Pessimismus über den Effekt eines unbekanntes Kipppunktes nicht notwendigerweise gerechtfertigt ist, wenn die Akteure mehrere Entscheidungen hintereinander fällen können. In einem solchen dynamischen Kontext kommt nämlich das Element des Lernens hinzu. Mein Modell ist stark vereinfachend, um dieses Element herauszustellen. Dabei nehme ich an, dass der Punkt, an dem das System kippt, sich im Laufe der Zeit nicht ändert. Die Akteure wissen aber nicht genau, wo dieser Kipppunkt liegt. Wir könnten zum Beispiel

„Im dynamischen Kontext bleibt die abschreckende Wirkung einer drohenden drastischen Veränderung der Umwelt auch unter Unsicherheit gewahrt.“

sagen, dass der Kippunkt bei 100.000 Tonnen Fang liegt, aber die Akteure dies nicht wissen (sie mögen eine Wahrscheinlichkeitsvorstellung davon haben, dass der Kippunkt irgendwo in dieser Nähe ist). Wenn die Akteure zu einem gegebenen Zeitpunkt bis zu 90.000 Tonnen gefangen haben, und der Kollaps nicht eingetreten ist, dann wissen sie, dass ein Fang von 90.000 Tonnen auf jeden Fall sicher ist und das System nicht zum Kippen bringt. Die Akteure stehen nun vor der Entscheidung, ob sie weiterhin 90.000 Tonnen fangen und so den Bestand sicher für die Zukunft bewahren sollen oder ob sie die Fangmenge ausweiten und den Kollaps des Fischbestandes riskieren sollen. Wenn die Akteure die Fangmenge ausweiten, dann stellt sich eine zweite Frage: Wie viel mehr sollen die Akteure fangen – 95.000 Tonnen, 100.000 Tonnen, 105.000 Tonnen ...?

Letztere Frage ist ein Kooperationsproblem: Obwohl es für alle am besten wäre, den Fang nur so weit auszuweiten, dass der kollektive Mehrwert dem erhöhten Risiko gleicht, hat jeder Akteur den Anreiz, ein wenig mehr zu fangen, denn der Gewinn einer marginalen Ausweitung ist privat, während das Risiko von allen getragen werden muss. Die erste Frage aber, ob die Akteure die Fangmenge überhaupt ausweiten sollen, ist ein Koordinationsproblem. Hier geht es nämlich nicht um eine marginale Erhöhung des Risikos, sondern um den qualitativen Unterschied zwischen sicher und unsicher. Wenn alle anderen die Fangmenge nicht erhöhen, so hat auch der einzelne Akteur keinen Anreiz, den Fortbestand der Fischerei aufs Spiel zu setzen. Wenn aber alle anderen den Fang erhöhen, so wird auch die Zurückhaltung des Einzelnen den Fortbestand der Fischerei nicht garantieren können.

Sollten die Akteure die Fangmenge ausweiten, dann werden sie erfahren, ob die erweiterte Fangmenge den Kollaps hervorgerufen hat. In unserem Beispiel wäre dies bei einer Ausweitung der Fangmenge auf mehr als 100.000 Tonnen der Fall. Wenn die Akteure die Fangmenge auf 95.000 Tonnen ausgeweitet haben sollten, dann würden sie feststellen, dass auch ein Fang von 95.000 Tonnen noch sicher ist. In der nächsten Periode würde sich die Frage dann wieder stellen: Soll die Fangmenge ausgeweitet oder bei 95.000 Tonnen gelassen werden?

Im dynamischen Kontext stehen die Akteure also zunächst vor der Entscheidung, ob sie das Risiko eingehen sollen, die sichere Fangmenge auszuweiten und etwas über den Kippunkt zu lernen. Diese Entscheidung hat die strategische Struktur eines Koordinationsproblems, auch wenn die genaue Lage des Kipppunkts unbekannt ist. Wie viel Risiko ein jeder Akteur einzugehen bereit ist, hängt von seiner Risikotoleranz ab. Obwohl sich diese von Akteur zu Akteur unterscheiden dürfte, ist es im Prinzip einfach, ein Abkommen zu schließen, ob die Fangmenge

Forschungszentrum für Umweltökonomik

Das Forschungszentrum für Umweltökonomik (FZU) am Alfred-Weber-Institut für Wirtschaftswissenschaften der Universität Heidelberg dient als gemeinsame Plattform für Ökonomen, die an der Schnittstelle von Umwelt und Wirtschaft forschen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nutzen theoretische, empirische und experimentelle Methoden, um die Herausforderungen eines nachhaltigen Umgangs mit der Umwelt besser zu verstehen und Lösungsvorschläge zu erarbeiten. Zu den Forschungsprojekten, an denen Mitglieder des FZU beteiligt waren oder sind, gehören unter anderem eine empirische Analyse der sozialpolitischen Konsequenzen der Energiewende in Deutschland, verschiedene Studien zu Climate Engineering, Untersuchungen zu Klimaschutzpolitik in alternden Gesellschaften und ein im Herbst 2018 gestartetes Verbundprojekt zur Ökonomie internationaler Klimapolitik. Direktor des Instituts, das Mitglied des Heidelberg Center for the Environment (HCE) ist, ist Prof. Timo Goeschl.

www.uni-heidelberg.de/fakultaeten/wiso/awi/professuren/umwelt/fzu.html

erhöht werden soll oder nicht. Im Gegensatz zu einem Kooperationsproblem hat nämlich jeder Akteur einen Anreiz, sich an das Abkommen zu halten, wenn sich die anderen auch daran halten.

Hilfreiche Bedrohung

Zusammenfassend zeigt unser theoretisches Modell, dass im dynamischen Kontext die abschreckende Wirkung einer drohenden drastischen Veränderung der Umwelt auch unter Unsicherheit gewahrt bleibt. Während Versuche, die strategische Struktur des Ressourcenmanagements durch Sanktionen der Akteure von einem Kooperations- zu einem Koordinationsproblem zu wandeln, davon abhängen, dass die angedrohten Sanktionen tatsächlich auch umgesetzt werden, erfolgt die „Strafe der Mutter Natur“ automatisch und unerbittlich. Diese Bedrohung ist paradoxerweise hilfreich – ähnlich wie das atomare Gleichgewicht der „mutually assured destruction (MAD)“ während des Kalten Krieges.

Unser theoretisches Modell des Lernens ist natürlich in der Hinsicht unrealistisch, dass die einzige Möglichkeit, weitere Kenntnis über den Kipppunkt zu erlangen, darin besteht, einen aktiven Schritt zu unternehmen. Momentan arbeiten wir daran, das Modell um die Möglichkeit zu erweitern, „Frühwarnsignale“ über den Kipppunkt zu empfangen. Während diese Möglichkeit insgesamt vorteilhaft sein muss (die Akteure könnten sich ja jederzeit dazu ent-

schließen, die Frühwarnsignale zu ignorieren, womit sie in genau der gleichen Situation wie zuvor wären), könnten die Frühwarnsignale dazu führen, dass die Akteure mehr Risiko eingehen. Im obigen Beispiel der Fischerei haben die Akteure nämlich nun einen weiteren Anreiz, die sichere Fangmenge zu erhöhen (und den Kollaps zu riskieren): Sie können ihren Kenntnisstand erweitern.

Unser theoretisches Modell des Lernens ist zudem in der Hinsicht unrealistisch, dass der Kipppunkt sich im Laufe der Zeit nicht verändert. In anderen Worten: Es gibt im Modell kein Risiko, dass der Bestand aus anderen Gründen als aufgrund der Fangentscheidung der Akteure kollabiert. In der Realität spielt natürlich eine Vielzahl an stochastischen Prozessen eine Rolle. Viele Situationen sind durch unreduzierbares natürliches Risiko gekennzeichnet. Theoretisch hat ein solches Hintergrundrisiko keine Auswirkung auf die strategische Struktur der Entscheidungssituation. In der Realität hängen die Entscheidungen von Menschen aber von vielen psychologischen Faktoren ab, die in dem ökonomischen Modell des rationalen Akteurs nicht abgebildet sind. Im nächsten Teil werde ich deshalb die Resultate eines Verhaltensexperimentes vorstellen, das ich zusammen mit meinen Heidelberger Kollegen Timo Goeschl und Christian König-Kersting durchgeführt habe. Damit wollten wir untersuchen, ob sich das Verhalten in einer wiederholten Entscheidungssituation unterscheidet – je nachdem, ob ein schlechtes Ergebnis in einer ersten Situation durch das Verhalten der Teilnehmer oder durch das exogene Hintergrundrisiko verschuldet wurde.

Natürliches und strategisches Risiko

Sogenannte Klimaskeptiker bezweifeln häufig, dass der Klimawandel menschlichem Verhalten zugeschrieben werden kann, und leiten daraus eine ablehnende Haltung gegenüber Klimaschutzmaßnahmen ab. Die Validität dieser Schlussfolgerung sei dahingestellt, aber diese Haltung zeigt auf jeden Fall auf, dass die Frage nach der kausalen Zuweisung einer Umweltveränderung, also die Frage, was eine Umweltveränderung in der Vergangenheit verursacht hat, durchaus politische Relevanz haben kann.

Wie das theoretische Modell oben, ist auch die Struktur unseres Experiments sehr einfach gehalten, damit wir den Aspekt der kausalen Zuweisung isolieren können. Eine Teilnehmerin in unserem Experiment steht zweimal vor der gleichen Entscheidung: Sie kann gleichzeitig mit und unbeobachtet von einem anonymen Mitspieler zwischen Option A und Option B wählen. Wenn die Teilnehmerin und ihr Mitspieler beide A wählen, bekommt jeder einen Dollar. Wenn die Teilnehmerin A wählt und ihr Mitspieler wählt B, so bekommt der Mitspieler 3 Dollar und sie 1 Dollar. Wenn sie hingegen Option B wählt und der Mitspieler wählt A, so bekommt die Teilnehmerin 3 Dollar und der Mitspieler 1 Dollar. Wählen beide B,



PROF. DR. FLORIAN DIEKERT kam 2016 als Juniorprofessor an das Alfred-Weber-Institut für Wirtschaftswissenschaften der Universität Heidelberg. Dort leitet er eine Nachwuchsgruppe im Rahmen seines ERC-Starting-Grant-Projekts „NATCOOP“ („How nature affects cooperation in common pool resource systems“), das der Europäische Forschungsrat (ERC) mit rund 1,4 Millionen Euro fördert. Zuvor war er als Postdoktorand am Department of Economics der Universität Oslo (Norwegen), an der er auch im Jahr 2011 über dynamische Probleme des Fischereimanagements promoviert wurde. Weitere Auslandsaufenthalte führten ihn an die Columbia University in New York City (USA) und an die University of California in Santa Barbara (USA). Florian Diekert, zu dessen Forschungsschwerpunkten Umweltökonomie und die Spieltheorie gehören, ist Mitglied des Forschungszentrums für Umweltökonomik an der Universität Heidelberg.

Kontakt: florian.diekert@awi.uni-heidelberg.de

TIPPING POINT

COORDINATION AND COOPERATION

FLORIAN DIEKERT

Users of common pool resources must solve a cooperation problem: while it would be socially beneficial to limit resource use to a sustainable level, each user has an egoistic incentive to extract a little bit more, freeriding on the conservation efforts of others. In a first study, we investigate how future changes in the natural environment may affect the management of common pool resources. In a second study, we ask how past changes may affect behaviour.

Consider a resource that collapses once a critical value, or tipping point, is crossed. The threat of this drastic change may actually be beneficial because it changes the cooperation problem to a coordination problem. If all other users restrain themselves to avoid crossing the tipping point, a given resource user has no incentive to risk the collapse by extracting a bit more. Clearly, when all other resource users extract so much that the tipping point is crossed, the last resource user has no incentive to restrain extraction. The coordination problem is much easier to solve than a cooperation problem because each user has an incentive to conserve the resource conditional on the others doing so, too. This holds even when the exact value at which the natural system tips into an undesirable state is unknown: Whereas increasing extraction does not cause the resource to collapse for sure in this case, coordinating on limiting resource use to a level that is known to be safe may still be a Nash equilibrium.

Many real-world situations combine natural and strategic risk. We test whether behaviour in a repeated choice situation differs when an unfortunate outcome is due to natural uncertainty, or due to a misalignment of participants' choices. We find that behaviour indeed differs depending on whether the event can be attributed to past behaviour or to natural uncertainty. Policies that aim to minimise the risk of natural uncertainty may thus have different implications than those aiming to minimise strategic uncertainty. ●

PROF. DR FLORIAN DIEKERT joined the staff of Heidelberg University's Alfred Weber Institute for Economics in 2016 as a junior professor. He heads a junior research group in the context of his ERC Starting Grant project "NATCOOP" ("How nature affects cooperation in common pool resource systems"), which the European Research Council (ERC) is funding with a sum of roughly 1.4 million euros. Before coming to Heidelberg, Prof. Diekert worked as a postdoctoral researcher at the Department of Economics of the University of Oslo (Norway), where he earned his PhD in 2011 with a thesis on dynamic problems of fisheries management. Other stays abroad led him to Columbia University in New York City (USA) and the University of California in Santa Barbara (USA). Florian Diekert, whose research interests include environmental economics and game theory, is a member of the Research Centre for Environmental Economics at Heidelberg University.

Contact: florian.diekert@awi.uni-heidelberg.de

“The feedback between environmental change and human action can play an important role for managing commonly used resources.”

bekommt niemand etwas. Hierin besteht das strategische Risiko: Jeder hat einen Anreiz, B zu wählen, aber nur, wenn der jeweils andere A wählt. Gleichzeitig steht die Entscheidung unter natürlichem Risiko, das in unserem Experiment durch das Ziehen eines Balls aus einer Urne repräsentiert wird: Ist der Ball grün, bekommen die Spieler ihre Auszahlung, ist der Ball rot, bekommen die Spieler kein Geld, unabhängig davon, ob sie A oder B gewählt haben.

Nach der ersten Entscheidung lernt die Teilnehmerin, ob sie Geld bekommen wird oder nicht. Insbesondere erfährt sie, wie das Ergebnis zustande gekommen ist. Falls ein Teilnehmer kein Geld bekommen sollte, kann er also genau zuweisen, ob die menschliche Entscheidung oder das natürliche Risiko Schuld daran trägt. Daraufhin wird die Entscheidungssituation mit einem neu zugewiesenen anonymen Mitspieler wiederholt.

Da beide Entscheidungssituationen strukturell völlig identisch sind, sollte ein rationaler Akteur seine Entscheidung nicht verändern. In der Tat sehen wir, dass zwischen 70 und 80 Prozent der Teilnehmer ihre Entscheidung nicht verändern, unabhängig davon, ob sie einen positiven Auszahlungsbetrag bekamen oder nicht. Wenn wir uns aber diejenigen, die kein Geld bekommen, genauer anschauen, und die Teilnehmer, bei denen das Ergebnis eindeutig durch strategische Unsicherheit verschuldet wurde, mit den Teilnehmern vergleichen, bei denen das Ergebnis eindeutig durch natürliche Unsicherheit hervorgerufen wurde, dann sehen wir einen deutlichen Unterschied: Die Teilnehmer, die kein Geld bekommen, weil sowohl sie als auch ihr Mitspieler B gewählt haben, während ein grüner Ball gezogen wurde, wählen in der nächsten Entscheidung wesentlich häufiger die vorsichtige Aktion A, als die Spieler, die kein Geld bekamen, weil ein roter Ball gezogen wurde, während der Mitspieler in der ersten Entscheidung A wählte.

Die sterile Entscheidungssituation unseres Experiments erlaubt uns, die Hypothese zu testen, dass nicht nur die Konsequenz, sondern auch die Ursache eines Ereignisses einen Einfluss auf eine nachfolgende strategische Entscheidung unter Unsicherheit hat. Unser Beitrag zur Forschungsfront ist die saubere Dokumentation dieses Effektes. Die Erklärung des Mechanismus, der zu dem Ergebnis führt, wäre an dieser Stelle Spekulation. Um spezifische Erklärungen zu testen, müssen weitere Experimente entworfen werden. Fest steht jedoch, dass strategische und natürliche Unsicherheit sich nicht neutral zueinander verhalten. Bisherige Forschungsergebnisse aus Verhaltensexperimenten sollten also im Lichte dieses Ergebnisses interpretiert werden. Der Umstand, dass eine Umweltveränderung, die durch menschliche Entscheidungen verursacht wurde, eine andere Reaktion

„Eine durch menschliche Entscheidungen verursachte Umweltveränderung ruft eine andere Reaktion hervor als eine Umweltveränderung, die durch natürliches Risiko verursacht wurde.“

hervorrufen als eine Umweltveränderung, die durch natürliches Risiko verursacht wurde, bedeutet auch, dass theoretische Modelle das Zusammenspiel von strategischem und natürlichem Risiko explizit in Betracht ziehen sollten. Politikempfehlungen, die darauf abzielen, strategisches Risiko zu mindern, haben möglicherweise eine andere Wirkung als Politikempfehlungen, die darauf abzielen, natürliches Risiko zu mindern.

Zusammenfassend zeigt unsere Forschung, dass die Wechselwirkungen zwischen Umweltveränderungen und menschlichem Handeln eine wichtige Rolle für das Management gemeinschaftlich genutzter Ressourcen spielen können. Ein besseres Verständnis dieser Wechselwirkungen ist kein Luxus: Naturressourcen sind die Lebensgrundlage vieler Menschen – gerade in Entwicklungsländern. ●