

# GEOFOKUS



# Creeping disasters als Folge schleichender Umweltveränderungen? – ein Konzeptvorschlag

Tillmann Buttschardt\*

*Damit eine nachhaltige Zukunft möglich wird, müssen Gesellschafts- und Umweltsystem als ein Zusammenhang begriffen werden. Die Diskussionen in den Umweltnaturwissenschaften greifen angesichts der weltweiten dramatischen Veränderungen zu kurz und bieten derzeit keine wirksamen Ansatzpunkte für eine Anpassung. Wie zu zeigen sein wird, könnte ein neuer Ansatz – der soziologische und ökologische Wissenschaften verbindet – für die Wahrnehmung, Beurteilung und Bewältigung der Umweltkrise des 21. Jahrhunderts Hilfe leisten. Losgelöst von der trivialisierenden und beschwichtigenden These des „Wandel gab es immer“ wird ein Konzept benötigt, das rechtzeitig eine solide Abschätzung der Folgen menschlichen Handelns auf das Erdsystem bewältigt. Der nachfolgende Aufsatz ist ein Versuch, ein derartiges Konzept zu beschreiben, und möchte zu einer tieferen Diskussion anregen.*

## Einleitung

Während seiner Entwicklung war der Mensch vielfältig in der Lage, sich an seine sich verändernde Umwelt anzupassen. Dies geschah teils durch Innovation, teils durch Abwanderung, in jedem Fall jedoch mit materiellen Verlusten und dem von Menschenleben. Die Apokalypse ist kultureller Bestandteil der meisten Kulturen. Wenn ein Wort die vergangenen Dekaden zu kennzeichnen vermag, so ist das die Vokabel *change*. Das Ausmaß dieses Wandels wird mittlerweile als global wirksam erlebt und dient oft als Antrieb für gesellschaftliche Entscheidungen. Diese Erkenntnis ist mitnichten neu. Jahrhunderte vor der Zeitenwende befand bereits Heraklit, dass die Welt im ständigen Wandel, dass Beständigkeit eine Täuschung sei. Die frühe ökologische Wissenschaft befand daher, dass ein Gleichgewicht herrschen müsse bei Stoffflüssen und Prozessen, welches die Öko-

systeme in einem Zustand der Stabilität halten würde. Gemeinhin war davon ausgegangen worden, dass sich im statistischen Mittel die Veränderungen bzw. Abweichungen in bestimmten Grenzen hielten und dass sich massive Veränderungen allenfalls in größeren, respektive geologischen Zeiträumen vollzögen und somit die menschliche Zivilisation nicht in nennenswertem Umfang beeinflussten. Alle Entwicklung strebte zu einer Klimax hin, die das Endstadium von entsprechenden Entwicklungsreihen darstellte. Auch in den physikalisch dominierten Wissenschaften wie der Klimatologie ist das nachzuvollziehen. Bis vor wenigen Jahren galt die allgemeine Auffassung, das Klima ließe sich durch Mittelwerte umfassend beschreiben. Zugrundegelegt und noch immer Maßstab für Vergleichsangaben sind die sogenannten „klimatischen Normalperioden“, die jeweils 30 Jahre umfassen.

Durch die Abkehr von diesem Modell und die immens angestiegenen Forschungsaktivitäten im Bereich der Erdsystemwissenschaften in den vergangenen drei Jahrzehnten hat sich eine dynamischere Sichtweise heute durchgesetzt, mit der wir (1) verstehen können, dass alle Zustände der Geoökosysteme ohne Betrachtung des Mensch-Umweltsystems nicht erklärbar sind, die (2) eine veränderte Sichtweise auf die Beschaffenheit der Ökosysteme erzwingt und die (3) anerkennt, dass die Zustände der Ökosysteme als keineswegs so stabil und wenig beeinflussbar anzusehen sind wie bislang geglaubt. Aus diesem Paradigmenwechsel heraus ist es nun möglich, einen anderen Blick auf die Verwundbarkeit unserer Zivilisation zu werfen und ein vertieftes Verständnis der heute als Ökosystemdienstleistungen bezeichneten Grundlagen für menschliches Leben auf der Erde zu erlangen. In diesem Umfeld werden Einzelereignisse stärker von der Öffentlichkeit aufge-

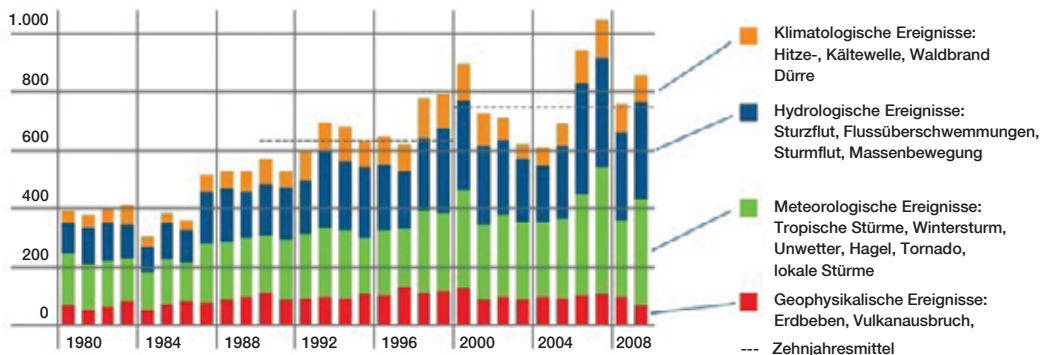


Abb. 1: Anzahl der Naturkatastrophen 1980–2009 (Munich Re 2010: 34)

nommen und auch – zum Teil missverständlich – bezeichnet. So wurde z.B. das Wort „Klimakatastrophe“ zum Wort des Jahres 2007 gekürt<sup>1</sup>, obwohl das Klima selbst ja keine Katastrophe erleidet. Daher ist insbesondere darauf zu verweisen, dass Katastrophen stets eine anthropogene Betroffenheit beinhalten. Eine Naturkatastrophe als solche kann es außerhalb des menschlichen Beurteilungsraumes nicht geben. Daher wird hier in der Fachliteratur auch von Naturereignissen gesprochen, die, wenn sie eine gewisse Größe, Stärke oder kleine Eintrittswahrscheinlichkeit besitzen, auch als Extremereignisse bezeichnet werden.

Um im Kontext die Tragweite schleichender Umweltveränderungen beschreiben zu können und um daraus ein Konzept der schleichenden Katastrophen zu entwickeln, sollen im Folgenden mehrere Argumentationslinien geöffnet werden. Zunächst werden die Begriffe und Konzepte „Katastrophen/Naturkatastrophen“, „Vulnerabilität“ und „Risiko“ eingeführt. Dabei wird auch die Resilienz als grundlegende Eigenschaft von Mensch-Umwelt-Systemen angesprochen werden, bevor beispielhaft auf aktuelle und auch strittige schleichende Umweltveränderungen und *Creeping Disasters* eingegangen wird.

<sup>1</sup> [www.duden.de/downloads/produkte/wort\\_des\\_jahres/wort\\_des\\_jahres\\_2007.pdf](http://www.duden.de/downloads/produkte/wort_des_jahres/wort_des_jahres_2007.pdf)

## Katastrophen/Naturkatastrophen

Der aus dem griechischen stammende Begriff Katastrophe (engl. *disaster*) wird allgemein als ein Phänomen aus zwei Komponenten definiert: (1) einem Ereignis (engl. *event*) und (2) dessen negativen, zerstörerischen Folgen für die Menschen selbst, ihre Behausungen und die wirtschaftliche wie öffentliche Infrastruktur in der vom Ereignis betroffenen Region.

Hinzugefügt wird meist eine Beschreibung der Dimension, die in der englischen Definition nach IDNDR (1992; zit. in: Plapp 2003) zum Ausdruck kommt: „*Disaster is a serious disruption of the functioning of society, causing widespread human, material or environmental losses which exceed the ability of affected society to cope using only its own resources.*“ Hier werden teilweise auch Größenangaben gemacht. So sind nach Angabe der Munich Re (2010) die Merkmale einer „großen Naturkatastrophe“, dass die Anzahl der Todesopfer > 2.000 und/oder die Anzahl der Obdachlosen > 200.000 ist. Der Gesamtschaden ist größer als 5 % des Bruttoinlandsprodukts pro Kopf des betroffenen Landes und/oder das betroffene Land ist auf internationale Hilfe angewiesen. Ein Schadereignis dieses Ausmaßes ist beispielsweise das Erdbeben von Haiti Anfang des Jahres 2010. Der Umfang dieser Naturkatastrophen ist durch die

Versicherungswirtschaft gut dokumentiert. Deren Entwicklung in den vergangenen 30 Jahren (Abb. 1) ist abhängig vom Wohlstandszuwachs und der damit ansteigenden Schadensgrößen und von Veränderungen im Mensch-Umwelt-System (z.B. Antriebe aus dem Klimasystem, aber auch Schäden, z.B. durch die Anlage von Siedlungen in hochwassergefährdeten Gebieten). In der Katastrophenforschung ist, ausgehend von der *International Decade on Natural Disaster Reduction* für die 1990er Jahre, eine Abkehr erfolgt, von der Wahrnehmung der Naturkatastrophe als Ausnahmeerscheinung hin zu einem im Gang der Geschichte normalen Ereignis (Mauelshagen 2010).

Mit diesen Definitionen lässt sich eine schleichende Katastrophe nicht abdecken, so dass eine Ergänzung notwendig ist. Wann kann von einer Katastrophe gesprochen werden?

a) Wenn sie plötzlich und unvorhergesehen kommt und großen Schaden anrichtet bzw. viele Menschenleben kostet.

b) Wenn sie langsam eintritt, nicht oder nur sehr schwer beherrschbar und irreversibel ist sowie über die Zeit großen Schaden anrichtet bzw. viele Menschenleben kostet.

c) Wenn die auslösenden Faktoren zunächst nicht bemerkt werden, es ab einem gewissen Punkt jedoch unabwendbar ist, dass die Katastrophe eintritt und nicht ausreichend Mittel bereit stehen, ihr entgegenzuwirken.

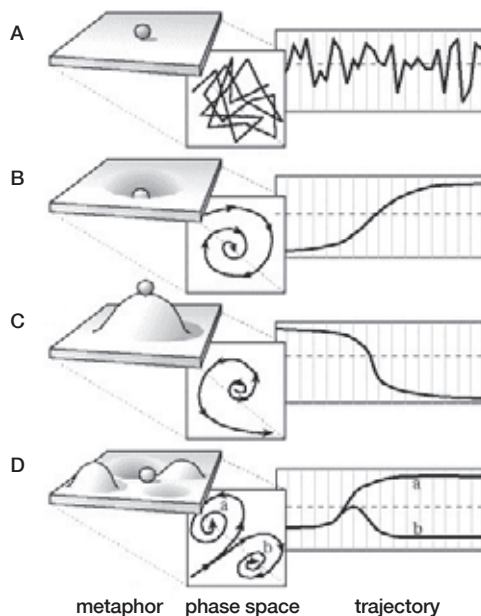
Die Fallgruppe a) beschreibt „klassische (Natur) Katastrophen im engeren Sinne“, während b) und c) schleichenden Katastrophen zuzuordnen sind. Beispiele für den erstgenannten Fall sind Überschwemmungen, Vulkanausbrüche, Erdbeben. Beispiele für b) sind das HIV Virus oder der Meeresspiegelanstieg. Bei schleichenden Katastrophen ist von besonderer Bedeutung, wann eine mögliche Bedrohung erkannt wird und wie lange die Gesellschaft benötigt, um Maßnahmen zur Anpassung einzuleiten. Als Präzedenzfall hierfür kann das Wiener Übereinkommen zum Schutz der Ozonschicht vom 22. März 1985 angesehen werden, in welchem nur gut eine Dekade zwischen wissenschaftlicher Hypothese (Rowland & Molina 1974) und Verabschiedung

des Abkommens verstrich. Für c) ist eine lang anhaltende Trockenperiode ein gutes Beispiel. Diese Phänomene müssen als systemische Ereignisse hoher Komplexität aufgefasst werden und müssen umweltnaturwissenschaftliche, geographische, soziologische, anthropologische, gesellschafts- und kulturhistorische Forschungsansätze verbinden. Aktuell werden Umweltgefahren und Katastrophen bereits nach deren Eintrittsgeschwindigkeit in *slow onset* bis *rapid onset* unterschieden.

### Das Konzept der Vulnerabilität

(Natur-)Katastrophen werden erst zu solchen, wenn sie auf Infrastruktur, Kulturen oder eine Gesellschaft treffen, die durch die Auswirkungen auch negativ beeinflusst werden können. Beispiele hierfür sind Überflutungen in Gebieten, die keine ausreichenden Fluchtmöglichkeiten bieten (Flachlandschaften ohne Relief), Erdbeben in Regionen ohne hinreichende Bausicherheit oder Waldbrände mit schnell laufenden Feuern etc. In der Debatte um die Katastrophen- und Hazardforschung hat sich mittlerweile die Erkenntnis durchgesetzt, dass eine Naturkatastrophe keinesfalls nur „natürliche“, also vom Menschen unabhängige Ursachen hat, sondern aus einem komplexen Ineinandergreifen menschlicher Verhaltensweisen und entsprechender Antworten aus dem Umweltsystem resultiert (Felgentreff & Dombrowsky 2008). Das Konzept der Verwundbarkeit oder Vulnerabilität gegenüber Schadereignissen gilt inzwischen als Schlüsselkonzept, um eine Anpassung der Gesellschaft an mögliche Umweltgefahren zu erreichen. Ursprünglich stark in der Psychologie vertreten, hat das Konzept vor allem im Rahmen der Assessment Reports des IPCC Eingang in die naturwissenschaftliche Debatte gefunden (z.B. Parry et al. 2007). Das Konzept der Vulnerabilität erscheint zudem geeignet, den „Präventionsgedanken“ zu fördern: „Durch die Steuerbarkeit von Vulnerabilität übernimmt der Mensch Verantwortung und im Fall einer erneuten Katastrophe die Schuld, so dass das Ziel lauten muss, mit Katastrophen zu leben“ (Voss & Hidajat 2002: 172).

Abb. 2: Verschiedene Möglichkeiten, den Zustand von Systemen zu begreifen (Gunderson & Holling 2002: 11)



Inhärent mit diesem Ansatz verbunden bzw. Voraussetzung, dass auch eine Anpassung oder Minderung von schädlichen Auswirkungen von Mensch-Umwelt-Handeln eintritt, sind (a) die Kenntnis der Belastbarkeit der Mensch-Umwelt-Systeme, (b) eine umfassende Umwelt- und Gesellschaftsfolgenabschätzung und (c) die Etablierung von sogenannten *learning based institutions* (Gunderson 2003: 44), wobei Institutionen hier auch im soziologischen Sinne verstanden sein müssen. Die Vulnerabilität lässt sich unterteilen: Die externe Seite (*exposure*) bedeutet eine mehr oder weniger zwangsläufige Ausgesetztheit, wie es etwa auf die Bewohner einer Vulkaninsel zutrifft. Daneben steht die interne Seite (*coping capacity*), das heißt, z.B. im Falle einer Flutkatastrophe nicht über die Möglichkeiten der Mobilität zu verfügen.

### Das Konzept der Resilienz

In den ökologischen Wissenschaften hatte sich lange das Konzept von Stabilitäts- und Gleichgewichtssystemen erhalten. Mittlerweile hat sich jedoch das u.a. von Holling (1973) vorge-

schlagene Modell der Resilienz etabliert (Walker et al. 2004). Dieses kann nicht nur für eine vom Menschen losgelöste Betrachtung von Ökosystemen verwendet werden, sondern ist auch anwendbar auf Mensch-Umwelt-Systeme. Verknüpft mit dem Konzept der Resilienz sind die daran anschließenden Erklärungsmuster der *adaptive cycles* (adaptiven Zyklen), der *panarchy* (Panarchie), der *tipping points* (Kipp-Punkte) und der *ecological drift* (ökologischen Trift). Die Forschergruppe Resilience Alliance<sup>2</sup> definiert die ökologische Resilienz wie folgt: „Resilience is the capacity of a system to absorb disturbance and reorganize while undergoing change so as to still retain essentially the same

<sup>2</sup> [www.resalliance.org/564.php](http://www.resalliance.org/564.php). Die *Resilience Alliance* beschreibt sich als forschende Organisation, die sich aus Wissenschaftlern und Praktikern vieler Disziplinen zusammensetzt, welche mit diesem multidisziplinären Ansatz die Dynamik von Mensch-Umwelt-Systemen untersuchen.

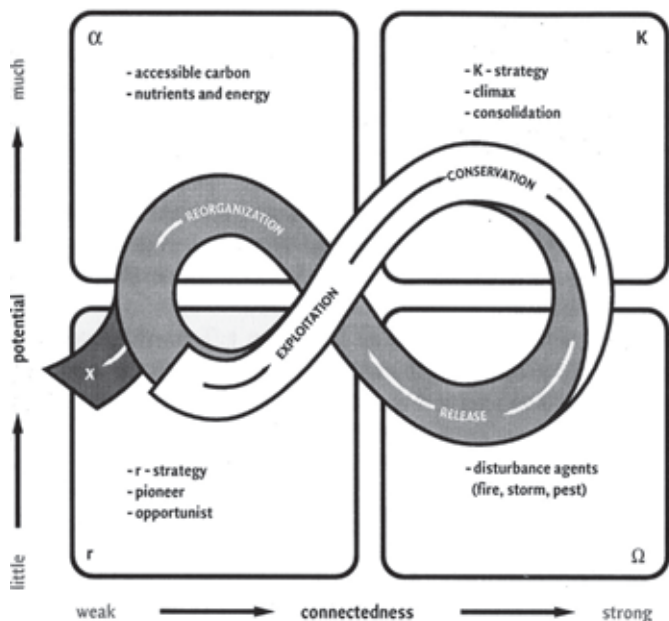


Abb. 3: Adaptive renewal cycle nach Holling (Berges et al. 2003: 17)

function, structure, identity, and feedbacks. It includes the ability to learn from the disturbance.“ Weil resiliente Systeme fähig sind, Störungen zu integrieren („zu lernen“), können sie sich über die Zeit zu hochkomplexen und sehr stabilen Systemen entwickeln (Evolution von Ökosystemen).

In Abb. 2 sind verschiedene Annahmen über Zustände von Systemen gezeigt (als Bild, Systemweg und Zeitreihe). Während A ein System repräsentiert, das sich zufällig in jedwede Richtung entwickeln kann (chaotische, nicht voraussagbare Entwicklung), ist in B ein System dargestellt, welches sich nach einer entsprechenden zeitlichen Entwicklung in einem stabilen Zustand befindet. C und D stellen instabile Zustände dar, wobei die Entwicklung bei C voraussagbar, bei D wiederum ungewiss ist, jedoch verschiedene stabile bzw. instabile Zustände einnehmen kann. Aus diesen prinzipiell vier denkbaren Zuständen wurde das System der *adaptive renewal cycles* entwickelt, welches ein sich selbst stabilisierendes Prozessgefüge beschreibt, das aus den vier Phasen

- Wachstum/Ausbeutung,
  - Erhaltung/Reife,
  - Zusammenbruch und
  - Reorganisation
- besteht und mit den beiden Determinanten
- Verbundenheit mit kontrollierenden Variablen/Potenzial und
  - Anreicherung von Ressourcen und Strukturen
- charakterisiert werden kann (Gunderson & Holling 2002) (vgl. Abb. 3).
- An der in Abb. 3 mit X bezeichneten Stelle sehen die Autoren die Möglichkeit, dass das System aus seinem stabilen Zustand herausbricht, also nicht fähig ist, sich selbst zu reorganisieren, und in einen anderen Zustand übergeht (vgl. Abb. 2). Diese Stelle wird in der neueren Literatur als sogenannter *tipping point* beschrieben. Gerade für das Klimasystem sind in jüngster Zeit eine Reihe solcher Kippunkte formuliert worden (UBA 2008). Nach Gunderson & Holling (2002) sind *adaptive renewal cycles* verschachtelt in der Raum- und Zeitdimension. So kann die jahreszeitliche Rhythmik eines laubwerfenden Baumes als ein *adaptive cycle* begriffen werden, der in



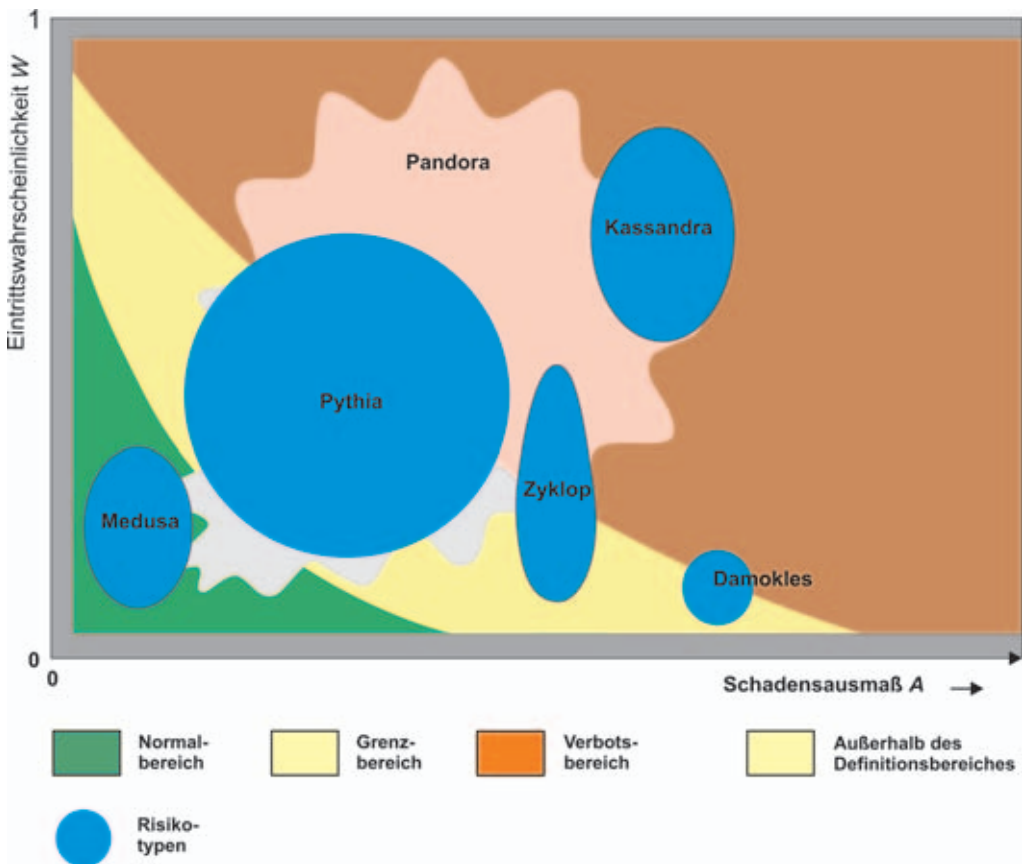


Abb. 4: Risikotypen globaler Umweltrisiken im Normal-, Grenz- und Verbotsbereich (WGBU 1999)

die Wachstums- und Zerfallsphasen eines ganzen Waldbestandes (evtl. mit Kalamitätsereignissen wie Brand oder Schädlingsbefall) eingebunden ist, welcher seinerseits wiederum von langfristigen klimatischen Schwankungen beeinflusst wird. Dieses Skalen überspannende Ineinandergreifen (*cross-scale interactions*) wird als *panarchy* (Panarchie)<sup>3</sup> bezeichnet (Walker et al. 2004). Wichtig und von grundlegender Bedeutung erscheint mir in diesem Zusammenhang die Erkenntnis zu sein, dass in natürlichen Systemen die Belastbarkeit, also auch die Resilienz durch vielfältige Redundanzen abgesichert ist (Grime 1998) und dass es in der Regel

<sup>3</sup> Der Begriff *panarchy* (Panarchie) – eine Zusammenziehung von Pan (griech. „alles“, aber eben auch eine griech. Gottheit der Hirten, Fruchtbarkeit und Natur) und Anarchie (griech. „Herrschaftslosigkeit“) entstammt der politischen Philosophie und beschreibt eine Regierungsform, die alle Regierungsformen einschließt. Im Konzept von Gunderson & Holling (2002) wird eine neue Definition vorgenommen, die die Vielgestaltigkeit der Mensch-Umwelt-Systeme und ihr skalenübergreifendes Zusammenspiel, aber auch ihre zuweilen unvorhersagbare Wandlungsfähigkeit unter Nutzung der adaptiven Zyklen erklärt.

nicht nur einer quantitativen, sondern auch einer funktionalen Sichtweise bedarf, um die komplexen Zusammenhänge zu verstehen.

Von einer ökologischen Drift kann gesprochen werden, wenn sich das System weiter entwickelt und dabei in aufeinanderfolgenden Zyklen in jeder neu beginnenden r-Phase (vgl. Abb. 3, linker unterer Quadrant) einen unterschiedlichen Ausgangspunkt nimmt. Diese ökologische Drift kann natürlichen Ursprungs – und damit eine Anpassung des Systems an sich wandelnde Randbedingungen (z.B. Klimaänderung) – oder anthropogen bedingt sein (z.B. Änderung der UV-Strahlung durch die Freisetzung Ozon zerstörender Substanzen). Sie kann vom Menschen bemerkt werden oder sich unbemerkt vollziehen. Je langsamer und je weniger offensichtlich eine ökologische Drift vorstatten geht, umso eher besitzt dieser *creeping environmental change* das Potenzial, zu einer *creeping disaster* zu werden. Dies natürlich nur dann, wenn die angesprochene Veränderung für die menschliche Gesellschaft negative Auswirkungen hat. Um das Gefahrenpotenzial einzelner Phänomene, Eingriffe, Wirtschaftsweisen, gesellschaftlicher Entwicklungen etc. auf das Mensch-Umwelt-System abschätzen zu können, ist es notwendig, sich den Begriff des Risikos genauer zu besehen.

## Risiko

Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen hat in seinem Jahresgutachten 1998 eine systematische Bewertung von globalen Umweltrisiken vorgelegt und hierfür rationale Bewertungskriterien erarbeitet (WGBU 1999). Obwohl diese Konzeption schon über zehn Jahre alt und komplett auch in englischer Sprache publiziert ist, findet sich bis heute kaum eine breitere Verwendung dieses sehr wertvollen Ansatzes. Warum dies so ist, soll hier dahingestellt bleiben, zumal subjektive Bewertungen im Umgang mit Risiken unumgänglich sind. Dennoch bietet diese Analyse eine ausreichende und hilfreiche Basis, um einen Bewertungsrahmen für schleichende Katastrophen zu liefern. Risikoakzeptanz, Risiko-

vermeidung und Risikostreuung setzen voraus, dass die Zukunft als beeinflussbar und gestaltbar angesehen wird. Hierzu werden normative Konzepte benötigt, die u.a. vorsehen, dass die Gesellschaft Risiken vermeidet, verringert oder wenigstens kontrolliert. Als Risiken werden in diesem Zusammenhang „die möglichen Folgen von Handlungen [bezeichnet], die im Urteil der überwiegenden Zahl der Menschen als unerwünscht gelten“ (WGBU 1999: 35). Betrachtet man als Risiko die Verbindung von Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit, so ergeben sich verschiedene Kombinationen, die in die Kategorien Normalbereich, Grenzbereich und Verbotsbereich unterteilt werden können (vgl. Abb. 4). Innerhalb dieser Bereiche lassen sich unter Hinzunahme des Parameters der Abschätzungssicherheit verschiedene Risikotypen benennen.

In seinem Konzept hat der WGBU (1999: 55) zusätzlich die Kriterien der Ubiquität, der Persistenz, der Irreversibilität, der Verzögerungswirkung der Schäden sowie des Mobilisierungspotenzials (Risiken führen zu starken Konflikten und ängstigen die Bevölkerung) berücksichtigt. Risiken im Grenz- und Verbotsbereich werden normalerweise nicht zugelassen, es sei denn:

- zwischen auslösendem Ereignis und Schadenseintritt liegt eine große Zeitspanne (z.B. anthropogener Klimawandel);
- kausale Zusammenhänge zwischen auslösendem Ereignis und Schäden sind nicht bekannt, werden nicht bewusst wahrgenommen oder werden verdrängt (z.B. die Einführung des Kaninchens 1859 nach Australien, was in Ermangelung von Fraßfeinden zu schwerer Landdegradation und Erosion führte; FCKW-Produktion und Abbau der Ozonschicht); oder
- es entstehen kumulative Wirkungen oder Nebeneffekte verschiedener zunächst isoliert betrachteter Ereignisse (z.B. Rauchgasemissionen und Waldsterben).

Der WGBU nutzte für die Risikotypen als beschreibende Metaphern Figuren der griechischen Mythologie. Abb. 4 und Tab. 1 zeigen die verschiedenen Risikotypen, ihre Verortung und



Tab. 1: Typisierung der Umweltrisiken (WGBU 1999: 11, verändert). Grau hinterlegt sind Risikotypen mit hoher Affinität zu creeping disasters. Zum genaueren Verständnis der Risikotypen vgl. [www.wbgu.de/wbgu\\_download.html](http://www.wbgu.de/wbgu_download.html).

Risikotyp	Eintrittswahrscheinlichkeit (W)/ Abschätzungssicherheit von W	Schadensausmaß (A)/ Abschätzungssicherheit von A	Beispiele
Damokles	gering/hoch	hoch/hoch	Zivile Kernenergienutzung, Staudämme
Zyklop	ungewiss/ungewiss	hoch/hoch	Überschwemmungen, Massenentwicklung anthropogen beeinflusster Arten, z.B. invasive Neophyten
Pythia	ungewiss/ungewiss	ungewiss/ungewiss	Sich aufschaukelnder Treibhauseffekt aufgrund positiver Rückkoppelungsschleifen Freisetzung und Inverkehrbringen von transgenen Arten
Pandora	ungewiss/ungewiss	ungewiss/hoch	Persistente organische Schadstoffe, endokrin wirksame Stoffe
Kassandra	hoch/gering	hoch/hoch	Anthropogener Klimawandel
Medusa	gering/gering	gering/hoch	Elektromagnetische Felder

Beispiele. In Bezug auf schleichende Katastrophen sind die zeitlich verzögerten, die langsamen und die ungewissen/unbekannten Risiken von Bedeutung. Tab. 2 gibt eine Übersicht über die (aktuell) bekannten globalen Umweltprobleme und versucht eine Zuordnung zu den Risikotypen sensu WGBU (1999). Die in Spalte drei und vier beispielhaft aufgelisteten Kipp-Punkte und Managementansätze sind als grobe Einschätzung und erste Diskussionsgrundlage anzusehen.

### Von der schleichenden Umweltveränderung zur schleichenden Katastrophe

So unausweichlich Naturereignisse sein mögen: Damit sie zu einer Katastrophe auswachsen, müssen bestimmte Bedingungen gegeben sein. Damit wir von einer Umwelt- bzw. Naturkatastrophe bzw. einem *disaster* sprechen können, muss die Geschwindigkeit der Anpassungsfähigkeit überwunden werden oder eine entsprechend hohe Verwundbarkeit gegeben sein, in

anderen Worten eine Anpassung nicht möglich sein. Hier spielen zuvorderst gesellschaftliche Sachverhalte eine Rolle. Spennemann (2001) führt zum Beispiel an, dass die Bewässerungswirtschaft in Teilen Australiens und die damit verbundene Bodenversalzung und Salzdeposition als anthropogen ausgelöstes Managementproblem schleichend die Bausubstanz historischer Gebäude, archäologischer Stätten und anderer Infrastruktureinrichtungen beeinträchtigen. Zu bedenken ist, dass die durch den Menschen induzierten Umweltveränderungen die natürlich ausgelöst – mit Ausnahme von Meteoriteneinschlägen, Vulkanausbrüchen, Erdbeben und Tsunamis – in ihrer Eintrittsgeschwindigkeit um ein Vielfaches übertreffen. Hieraus resultieren die eigentlichen Gefährdungen der *creeping disasters*, die nur für die Wahrnehmungsmöglichkeiten der modernen Gesellschaft schleichend sind. Abb.5 verdeutlicht dies: Anhand des Verlaufs einer schleichenden Umweltverände-

*Tab. 2: Creeping environmental changes, Risiken und mögliche Kipp-Punkte und Managementansätze. Die Aufstellung orientiert sich an Seitz (2008).*

Creeping environmental changes	Risikotyp	Kipp-Punkte	Managementansatz
Wachstum der Weltbevölkerung	Kassandra	Veränderung des Umweltsystems und Manifestation von Kipp-Punkten aus anderen Umweltveränderungen, Degradierung, Übernutzung, Wüstenbildung	Millenium goals, Desertifikationskonvention (UNCCD)
Technisierung der Landwirtschaft – Teilaspekt Düngemittel, Pestizide	Kassandra	irreversible Veränderungen in Ökosystemen, z.B. anoxische Zonen in Weltmeeren, Aussterben von Arten, Auslaugung von Böden, Destabilisierung der Waldökosysteme	–
Technisierung der Landwirtschaft – Grüne Gentechnik	Pythia	Invasion, Massenentwicklung, Irreversible Einengung der Sortenvielfalt in der Nahrungsmittelproduktion	Gesetzliche Zulassungsbeschränkungen
Bewässerungsfeldbau mit Übernutzung der Wasserressourcen	Kassandra	Zusammenbruch der Wasserversorgung und natürlicher Systeme	Verantwortliches Wasserressourcenmanagement
Übernutzung mariner biologischer Ressourcen	Pythia	Übernutzung der Regenerationskapazitäten, irreversible Veränderungen in den Nahrungskette	Fischereimengenbegrenzung (aktuell nicht wirksam)
Energienutzung ( <i>hydrocarbon twins problem</i> )	Kassandra	Klimawandel und dessen Kippunkte (vgl. UBA 2008) Irreversible Veränderungen in Ökosystemen aufgrund von Bioenergieproduktion	Verbindlich gesetzte Ziele und Anreize zur Einführung von Erneuerbaren Energien, Energy-efficiency action plan der EU, Klimarahmenkonvention (UNFCCC)
Versauerung der Ozeane	Kassandra	Möglicherweise grundlegende Veränderungen in der Nahrungskette und der Verfügbarkeit von „sea food“	Verringerung der Säuredeposition (UN-ECE Convention), Reduktionsstrategien Treibhausgase, Klimarahmenkonvention (UNFCCC)
Persistente organische Schadstoffe, Endokrin wirksame Substanzen	Pandora	weitgehend unbekannt	Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants

Abfall, insbesondere radioaktiver Abfall und Plastik-Müll	Kassandra	Veränderungen in der marinen Nahrungskette, Unbewohnbarkeit ganzer Landstriche	-
Veränderungen in Ökosystemen, insbesondere Regenwaldvernichtung und Verbreitung fremder Arten	Zyklop, Kassandra	Irreversible Veränderungen von Ökosystemen, Aussterben von Arten	Biodiversitätskonvention (UN CBD), Washingtoner Artenschutzabkommen (CITES)

rung ist schematisch dargestellt, wie ein Reaktionsfenster zwischen „späten Anzeichen“ und unausweichlichem Umweltschaden eingepasst ist. Die Linie symbolisiert ein sich selbst verstärkendes, also ein positiv rückgekoppeltes Umweltproblem. Bis zu einem gewissen Zeitpunkt können kumulierte Einzelbeobachtungen bei ausreichendem Systemverständnis unter Umständen als sogenanntes Superzeichen gedeutet werden. Es wird deutlich, dass bis zum Zeitpunkt des Kipp-Punktes retrospektiv keine eindeutigen Aussagen bezogen auf die tatsächliche Gefährdung getroffen werden können (Risikotyp Pythia). Bezogen auf den anthropogenen Klimawandel deutet alles derzeit darauf hin, dass wir uns gravierenden Veränderungen gegenüber sehen, dass wir uns im Moment in die-

sem Reaktionsfenster befinden und dass sich dieses in wenigen Jahren geschlossen haben wird (Risikotyp Kassandra).

### Fazit

Schleichende Katastrophen entwickeln sich aus (meist) unbemerkt und sich langsam vollziehenden Veränderungen der Mensch-Umwelt-Systeme (*creeping environmental changes*), die ab einem gewissen Punkt eine Unumkehrbarkeit bzw. Persistenz erreichen, aus der sich zwingend Schäden im gesellschaftlichen Wohlergehen, der menschlichen Gesundheit und Ökosystemen ergeben. Auch wenn wir feststellen können, dass die moderne Ökologie neue und quantitative Verfahren hervorgebracht hat, so führt am einfachen Zählen (Erfassen), am

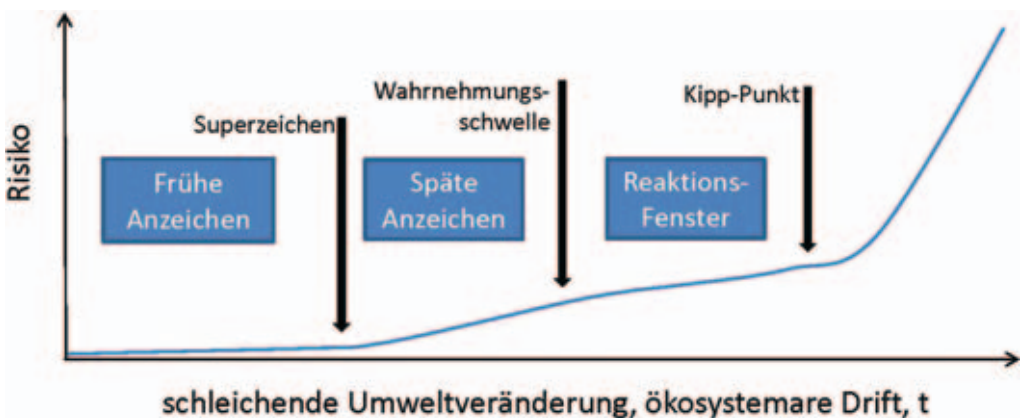


Abb. 5: Schematischer Verlauf einer schleichenden Umweltveränderung und Möglichkeiten des Erkennens und Reagierens

akribischen Beobachten und Sammeln möglichst vieler und kleiner Hinweise kein Weg vorbei. Von ganz besonderer Bedeutung ist hierbei die ökologische Langzeitbeobachtung (*long term ecological research*). Möglicherweise ergeben alle Beobachtungen zusammen rechtzeitig ein Superzeichen und damit Hinweise auf möglicherweise unumkehrbare und/oder schnelle Veränderungen. Auf der anderen Seite ist es im politisch-gesellschaftlichen Bereich notwendig, das Verständnis von Resilienz und den komplexen Zusammenhängen der Mensch-Umwelt-Systeme zu stärken. In jedem Fall müssen Verwundbarkeiten minimiert werden. Dazu ist eine vorausschauende ökologische Planung in allen Gesellschaftsbereichen unabdingbar. Für unsere Zukunftsfähigkeit brauchen wir daher Problembewusstsein, den Ausbau des gesellschaftlichen Leitbilds einer starken Nachhaltigkeit sowie eine Umweltorientierung aller Strategien und Planungen hin zu Adaptivität (in Sensorik und Aktorik), eine Lernfähigkeit und eine Art Immunsystem im Sinne des Konzepts des *healthy ecosystem paradigm* (Rapport 2007), Reparaturfähigkeit sowie Vielfalt und Redundanz als zentrale Elemente.

## Literatur

- Berkes, F., Colding, J., Folke, C. (eds., 2003): *Navigating Social-Ecological Systems*. - Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- Felgentreff, C., Dombrowsky, W. R. (2008): *Hazard-, Risiko- und Katastrophenforschung*. - In: Felgentreff, C., Glade, T. (Hrsg.): *Naturrisiken und Sozialkatastrophen*. - Springer, Berlin, Heidelberg: 13–29.
- Grime, J. P. (1998): *Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects*. - *Journal of Ecology* **86**: 902–910.
- Gunderson, L. H. (2003): *Adaptive dancing: interactions between social resilience and ecological crises*. - In: Berkes, F., Colding, J., Folke, C. (eds.): *Navigating Social-Ecological Systems*. - Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- Gunderson, L. H., Holling, C. S. (eds.) (2002): *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. - Island Press, Washington D.C.
- Holling, C. S. (1973): *Resilience and stability of ecosystems*. - In: Jantsch, E., Waddington, C. H. (eds.): *Evolution and Consciousness. Human Systems in Transition*. - Addison-Wesley, Reading.
- Mauelshagen, F. (2010): *Klimageschichte der Neuzeit*. - WGB, Darmstadt.
- Munich Re (Hrsg.) (2010): *Topics GEO 2009*. [www.munichre.com/publications/302-06294\\_de.pdf](http://www.munichre.com/publications/302-06294_de.pdf)
- Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., van der Linden, P. J., Hanson, C. E. (eds.) (2007): *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. - Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- Plapp, T. (2003): *Wahrnehmung von Risiken aus Naturkatastrophen. Eine empirische Untersuchung in sechs gefährdeten Gebieten Süd- und Westdeutschlands*. - Diss. Universität Karlsruhe (TH).
- Rapport, D. J. (2007): *Healthy Ecosystems: An Evolving Paradigm*. - In: Pretty, J., Ball, A. S., Benton, T., Guivant, J. S., Lee, D. R., Orr, D., Pfeffer, M. J., Ward, H.: *The SAGE Handbook of Environment and Society*. - Sage, Los Angeles, London.
- Rowland, F. S., Molina, M. (1974): *Stratospheric Sink for Chlorofluoromethanes: Chlorine Atom-Catalysed Destruction of Ozone*. - *Nature* **249**: 810–812.
- Seitz, J. L. (2008): *Global Issues. An Introduction*. - Blackwell, Malden, Oxford.
- Spennemann, D.H. R. (2001): *The Creeping Disaster. Dryland and Urban Salinity and its Impact on Heritage*. - *Cultural Resource Management* **8**: 22–24.
- UBA (Umweltbundesamt) (2008): *Kipp-Punkte im Klimasystem. Welche Gefahren drohen?* - Dessau.
- Voss, H., Hidajat, R. (2002): *Vulnerabilität als Komponente zur Bewertung des Naturrisikos*. - In: Tetzlaff, G., Trautmann, T., Radtke, K. S.

(Hrsg.): *Extreme Naturereignisse – Folgen, Vorsorge, Werkzeuge*. - Zweites Forum Katastrophenvorsorge. Schriftenreihe des DKKV, Bonn: 169–173.

Walker, B. Holling, C. S., Carpenter, S. R., Kinzig, A. (2004): *Resilience, Adaptability and Transformability in Social–ecological Systems*. *Ecology and Society* 9 (2): 5. [online] [www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5](http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5).

WGBU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen)

(1999): *Welt im Wandel – Strategien zur Bewältigung globaler Umweltrisiken*. - Springer, Berlin.

\* Institut für Landschaftsökologie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Robert-Koch-Straße 26–28; 48149 Münster  
Tel: 0251 8330104  
Fax: 0251 8338338  
[buttschardt@uni-muenster.de](mailto:buttschardt@uni-muenster.de)