

Sicherheitsrisiko Klimaspiralen –

Are we “tumbling down the rabbit hole”?

von [Anders Levermann](#), 14. März 2008, 09:58

“Unbegrenzter Klimawandel über 2°C wird zu beispiellosen Sicherheitsszenarien führen, da hierdurch wahrscheinlich eine Reihe von Tipping Points ausgelöst werden, die weiter beschleunigte, irreversible und in hohem Maße unverhersehbare Klimaveränderungen zur Folge haben werden.“

So heißt es im gestern veröffentlichten Papier zur neuen [EU Sicherheitsstrategie](#). Was sind das für “tipping points” vor denen unser EU Außenminister Javier Solana da warnt? Es gibt sie rund um den Globus, zumindest als theoretische Möglichkeit. Der Klimaberater von Frau Merkel, H.J. Schellnhuber, nennt sie [Kipp-prozesse](#) des Klimasystems oder tipping elements, die Frankfurter Allgemeine Kippschalter. Man könnte sie auch Klimaspiralen nennen. In der Quintessenz sind all dies Namen für die gleichen Phänomene. Es handelt sich dabei um Prozesse im System der Erde, die besonders drastisch auf bereits geringe Klimaveränderungen reagieren können. Der Grund hierfür ist immer eine sich selbst verstärkende Eigenschaft im System selber.

Ein Beispiel finden wir in der Heimat des amerikanischen Weihnachtsmanns: Wird es wärmer um den Nordpol, so führt dies zum Abschmelzen eines Teils des **Arktischen Meereises**. Der zum Vorschein kommende Ozean ist dunkler als das schwindende Eis; weniger Sonneneinstrahlung wird ins Weltall zurückgeworfen, mehr Energie von der Erde absorbiert. In der Folge erwärmen sich Ozean und bodennahe Luft weiter und noch mehr Eis wird geschmolzen - ein Kreislauf, der sich selbst aufschaukelt - eine Spirale eben.

Spiralen wie diese müssen sich im Klimasystem nicht notwendigerweise immer weiter beschleunigen bis sie an die Systemgrenzen stoßen - in Falle von Santas Eishockeyfeld also bis kein Eis mehr vorhanden ist. Häufig gibt es andere Einflüsse, die die Dynamik begrenzen und den Effekt mildern. Die Selbstverstärkung kann aber zu außergewöhnlich starken Reaktionen führen, wie in der Tat derzeit um den Nordpol herum beobachtet wird. Obwohl von Jahr zu Jahr stark schwankend, zeigt die arktische Meereisbedeckung im Mittel einen klaren und dramatischen Abwärtstrend, der schneller ist als bisher von Klimamodellen prognostiziert. In den letzten 30 Jahren hat sich die Bedeckung um mehr als 20% verringert (siehe [Cryosphere Today](#)). Global ist die Temperatur im gleichen Zeitraum um weniger als ein halbes Grad angestiegen - regional gerade wegen des Eiseffektes wesentlich stärker (siehe z.B. [NASA Daten](#)).

Das arktische Meereis ist nicht der einzige Kippschalter des Klimasystems. Die Presse ist voll von Überschriften, die den „Kollaps des **Golfstroms**“ ankündigen oder wieder absagen. Was sich dahinter verbirgt ist die Möglichkeit des Versiegens der Tiefenwasserbildung im Nordatlantik. Derzeit sinken große Wassermassen im Nordmeer. Diese kommen aufgewärmt aus dem Süden, kühlen sich auf dem Weg nach Norden durch

Kontakt mit frostiger Polarluft ab, werden dadurch schwerer und sinken. Aber auch hier lauert eine Selbstverstärkung: Meerwasser wird nämlich nicht nur schwerer wenn es kalt wird, sondern auch wenn es salziger wird. Der Nordatlantikstrom, wie die Strömung eigentlich heißt wenn sie sich dem Nordatlantik zuwendet, bringt sich sein eigenes Salz aus dem Süden mit und fördert damit selber die Tiefenwasserbildung. Je mehr Strömung desto mehr Salz desto schwerer das Wasser desto mehr Tiefenwasserbildung. Stört man die Strömung so verringert sich auch die Zufuhr von beschwerendem Salz und weniger Wasser rauscht in den tiefen Ozean der Nordmeere.

Gleich nebenan türmt sich das **Grönländische Eisschild** um mehr als drei Kilometer in die Höhe. Dort oben ist es kalt - nicht nur wegen des Eises, auch ganz einfach wegen der enormen Höhe - die Luft ist hier dünner und damit kälter. Was passiert, wenn der Eisschild schmilzt? Zuerst einmal wandern die Abschmelzgebiete immer weiter nach unten - der Wärme entgegen. Wird das zu einer Spirale führen? Zur Zeit kann das keiner mit Sicherheit sagen. In jedem Fall wären die Folgen dramatisch. Die Eismassen auf Grönland würden, geschmolzen, den globalen Meeresspiegel um etwa sieben Meter anheben. Was wir wissen ist, daß die Abschmelzgebiete auf Grönland, seit wir direkte [Satellitenaufnahmen von Grönland](#) haben (1979), sich im Mittel vergrößert haben und daß das Eisschild seither an Masse verliert.

Unsicherer ist die Entwicklung der anderen großen Landeismasse auf unserem Globus. Die **Antarktis**, deren kompletter Eisverlust den Meeresspiegel um weitere 50 - 60 Meter anheben würde, ist sehr sehr kalt. Dort schmilzt nahezu kein Eis auf Land. Masse verliert der gigantische Eisblock nur durch Abfließen und Abgleiten in sogenannte Eisschelfe. So heißt das Landeis wenn es auf dem Ozean schwimmt. Diese Eisschelfe sind im Kontakt mit dem warmen Wasser und können daher schmelzen, abbrechen oder sogar kleinteilig zerbersten (siehe z.B. das [Larsen B Eisschelf](#)). Ob sich diese Prozesse in der Zukunft verstärken werden? Niemand weiß es. Aber auch hier verbirgt sich eine mögliche Selbstverstärkung. Verschiebt sich nämlich die sogenannte „grounding line“, der Aufliegepunkt des Eisschildes auf dem Land, also der Punkt an dem das Eisschild zum Eisschelf wird, so kann Meerwasser in den Bereich unterhalb des Eisschildes eindringen. Das heißt ein größerer Teil des Eisschildes beginnt zu schwimmen und wird somit zum verletzlichen Eisschelf. Das könnte sowohl das Schmelzen als auch das Abgleiten der Landeismassen stark beschleunigen.

Potenzielle Spiralen wohin man schaut. Der **Amazonas Regenwald** schafft sich ein für die Vegetation angenehm feuchtes Klima durch Evaporation an den Stomata. Roden des Waldes verringert die Luftfeuchtigkeit und der Wald gerät unter Druck. Tauende sibirische **Permafrostböden** emittieren Methan - ein Treibhausgas, das die Erde erwärmt und zu weiterem Tauen führt. Ein ähnliches Risiko bergen die **Methanhydrate** an den Kontinentabhängen des tiefen Ozeans. Manche Prozesse sind rein physikalisch, andere haben chemische oder biologische Komponenten. Das Klimasystem geht respektlos mit den universitären Disziplinen um.

Die Mechanismen sind häufig sehr unterschiedlich - gemeinsam ist ihnen die selbstverstärkende Eigenschaft, die die Systeme „verwundbar“ macht. Gemeinsam haben

all diese Prozesse aber auch, daß wir sie noch unzureichend verstehen, um definitive und quantitative Aussagen über ihre zukünftige Entwicklung zu machen. Bei manchen wissen wir mehr, bei anderen weniger.

Trotzdem oder gerade deshalb müssen Wissenschaftler die Risiken, die mit den Kippprozessen verbunden sind, den Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit kommunizieren. Oder sollte ein Arzt die sehr unwahrscheinlichen aber möglichen Folgen einer Operation lieber für sich behalten, um den Patienten nicht zu beunruhigen? Hat er nicht vielmehr die Pflicht den Patienten aufzuklären, so daß er selber entscheiden kann, ob der Eingriff das Risiko wert ist? Die Antwort könnte für eine Herztransplantation anders ausfallen als für eine Schönheitsoperation.

Das Abwägen der Risiken kann nicht den Wissenschaftlern überlassen werden. In einer Demokratie ist dies eine gesamt gesellschaftliche Aufgabe, bei der die Wissenschaft die Diskussionsgrundlage liefern kann. Für einen möglichst fundierten Entscheidungsprozess müssen alle Informationen und damit alle bekannten Risiken auf dem Tisch liegen. Zu diesen gehören ebenso die möglichen ökonomischen Folgen. Die Kosten eines Vermeidens einer weiteren globalen Erwärmung, aber auch die eines ungebremsen Klimawandels. Es geht um das Gesamtbild. Wir müssen möglichst genau herausfinden, was uns in Lewis Carolls Kaninchenbau erwartet, um entscheiden zu können wie tief wir uns hineinbegeben wollen.

Artikel zum Thema

[Tipping elements in the Earth's climate system](#)
Tim Lenton et al., 2008, Proceedings of the National Academy of Sciences, 105, 1786-1793.

[Climate Change And International Security](#)
Paper from the High Representative and the European Commission to the European Council, März 2008.

Originalzitat aus dem Solana Report

„Unmitigated climate change beyond 2°C will lead to unprecedented security scenarios as it is likely to trigger a number of tipping points that would lead to further accelerated, irreversible and largely unpredictable climate changes.“