

Effektive Katastrophenvorsorge erfordert die strikte Einhaltung ökologisch vorgegebener Grenzen

## Gefährliche Kippunkte

Lucian Haas

Seit 10 000 Jahren ist das Klima der Erde weitgehend stabil. Die Temperaturen schwankten, über die Jahrhunderte gesehen, zwar ein wenig, doch nie kam es zu einem extremen Treibhaus oder einer neuen Eiszeit, die den Menschen das Leben schwer gemacht hätten. Im Gegenteil: Die klimatische Konstanz ließ ihnen Gelegenheit genug, den gesamten Globus zu erobern, sesshaft zu werden, die Landwirtschaft zu erfinden, Städte zu bauen und in immer größerer Zahl die Erde zu bevölkern.

Dieser Trend hat eine Kehrseite. Mittlerweile ist die Zivilisation so mächtig geworden, dass ihr Wirken die Erde selbst in spürbarer Weise verändert. Der Mensch hat im Industriezeitalter einen enormen Energiehunger entwickelt, den er durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe wie Kohle, Öl und Erdgas stillt. Dabei wird in solchen Mengen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) freigesetzt, dass es sich nachweisbar in der Zusammensetzung der Erdatmosphäre niederschlägt. Nimmt man eine Million Teilchen Luft, finden sich darin heute 390 Teilchen CO<sub>2</sub>. Vor der Industrialisierung lag die Konzentration noch unter 280 ppm (parts per million). Auf den ersten Blick erscheinen zwar selbst die neuesten Zahlen noch verschwindend gering, doch jedes Jahr bringt einen neuen Rekord, der alle Werte aus den vergangenen 800 000 Jahren übertrifft. Das zeigt Wirkung.

CO<sub>2</sub> ist ein Treibhausgas. Es führt dazu, dass Wärmeenergie in der Atmosphäre gespeichert wird. In einem gewis-

sen Maß ist das sinnvoll und notwendig, damit auf dem Planeten Erde überhaupt lebensfreundliche Temperaturen herrschen. Doch erhöht sich der CO<sub>2</sub>-Gehalt, verstärkt das den Treibhauseffekt. Damit ist ein bedrohlicher Klimawandel verbunden. In einer wärmeren Atmosphäre können Eiskappen schmelzen, der Meeresspiegel steigen, Wüsten wachsen, Felder verdorren, Stürme an Kraft gewinnen und sintflutartige Regenfälle zu verheerenden Überschwemmungen führen. Sollten die Menschen ihr Verhalten nicht entschieden ändern, könnte die Erde bald irreversible Schäden nehmen und die Zivilisation ihrer idealen Lebensbedingungen berauben.

### Kritische Größen im Anthropozän

Allerdings sind die Emissionen von CO<sub>2</sub> nicht die einzige kritische Größe, wenn es um den Erhalt der Bewohnbarkeit unseres Planeten geht. Im Anthropozän, dem neuen geologischen Zeitalter, in dem der Mensch zur maßgeblich naturprägenden Kraft geworden ist, können humane Aktivitäten auch noch an anderer Stelle die Kapazitäten des Erdsystems, sich selbst zu regulieren, untergraben. Um den Menschen langfristig eine Zukunft auf dem Planeten zu sichern, ist es notwendig, ökologisch vorgegebene Grenzen zu erkennen und einzuhalten.

Im vergangenen Jahr lotete eine 27-köpfige internationale Forschergruppe um Johan Rockström vom Zentrum für Umweltbelastbarkeit in Stockholm erstmals aus, welches die zentralen ökologi-

schen Faktoren sind, die in Zukunft die Entwicklung der Menschheit prägen werden. In der Studie „A Safe Operating Space for Humanity“ (Ein sicherer Handlungsräum für die Menschheit), die im renommierten Wissenschaftsmagazin *Nature* erschien (Band 461, Seiten 472 bis 475), nennen die Forscher neun biophysikalische Größen, welche die Stabilität des Ökosystems Erde heute maßgeblich mitbestimmen – und vom Menschen stark beeinflusst werden. Neben dem Klima sind das die Versauerung der Ozeane, die Zerstörung der Ozonschicht, der Verbrauch von Süßwasser, das Nährstoffangebot von Stickstoff und Phosphor, Änderungen in der Landnutzung, der Eintrag von Aerosolen in die Luft (Ruß und andere schwelende Partikel), der Rückgang der Artenvielfalt und der Eintrag von giftigen Stoffen in die Umwelt.

### Sensible Grenzen des „sicheren Handlungsräums“

Um die weitere Entwicklung nicht zu gefährden, müssten die Menschen darauf achten, all diese Faktoren innerhalb eines „sicheren Handlungsräums“ zu halten. Würden auch nur einzelne Grenzen überschritten, zum Beispiel durch eine Zerstörung der Ozonschicht über bestimmte Schwellenwerte hinaus, riskiere die Menschheit die Katastrophe, so die Forscher.

Seit Jahren beschäftigen sich Ökologen mit der Frage, unter welchen Umständen natürliche Ökosysteme stabil sind und wann sie sich verändern. Dabei stellten sie immer wieder fest, dass in der Natur viele Regelkreise wirken, die bestimmte Zustände auf ein selbst erhaltendes Niveau einpendeln. Mitunter kommt es aber auch zu einem sprunghaften Wandel.

Ein gutes Beispiel ist die Eutrophierung (Überdüngung) eines Sees. Auch wenn nach und nach immer mehr Nährstoffe hineingelangen, wird sich sein sichtbarer Zustand lange Zeit kaum ver-

ändern. Ein bisschen Phosphat und noch ein bisschen – nichts passiert. Doch mit einem Mal reicht schon eine kleine Menge, um das ganze System kippen zu lassen. Es kommt zur Massenvermehrung von Algen, die den Sauerstoff verbrauchen; Fische sterben; das Wasser riecht modrig. Selbst wenn man nun das zuletzt entscheidende bisschen Phosphat aus dem Wasser entfernt, kehren sich die Verhältnisse nicht wieder um. Um ein „umgekipptes“ Gewässer ökologisch sanieren und in seinen früheren Zustand zurückführen zu können, sind viel extremer Maßnahmen nötig.

### „Tipping Points“

Wissenschaftler bezeichnen solche schicksalhaften Schwellenwerte in der Natur als *Tipping Points*: Kipp- oder Wendepunkte. Und was musterhaft für einen kleinen Tümpel gilt, lässt sich in ähnlicher Weise auch auf den gesamten Planeten übertragen.

Zum Beispiel beim eingangs erwähnten Klima: Die Emission von Treibhausgasen sorgt dafür, dass die oberflächennahe Temperatur der Erde langsam, aber stetig steigt. Klimaforscher fürchten, dass dabei künftig Werte erreicht werden, bei denen das Klima plötzlich in einen neuen Zustand übergeht. Hat die Erderwärmung erst einmal diese Schwelle erreicht, gäbe es kein Zurück.

Wenn etwa die Eismassen Grönlands oder der Antarktis im großen Stil zu tauen beginnen, würde der Meeresspiegel unweigerlich massiv steigen. Dicht besiedelte Küstengebiete wären dem schutzlos ausgeliefert. Selbst wenn die Menschen dann sofort alle CO<sub>2</sub>-Emissionen stoppten, wäre der Kollaps der Eisschilde nicht mehr aufzuhalten, geschweige denn rückgängig zu machen.

In ihrer Studie zu den sicheren Handlungsräumen haben Rockström und seine Kollegen auch versucht, für die neun genannten Ökofaktoren ebenjene Schwell-

lenwerte zu bestimmen, die sicherheitshalber nicht überschritten werden sollten. Dabei kamen sie zu dem beunruhigenden Ergebnis, dass der Mensch in drei Fällen schon jenseits dieser Grenzen agiert. Mit ungewissen Folgen.

### Jenseits sicherer Schwellenwerte

Als Erstes gilt dies fürs Artensterben. Infolge von Abholzung, Überfischung und Monokulturen in der Intensivlandwirtschaft geht es bereits zehn- bis hundertmal schneller voran, als die Erde auf Dauer ertragen kann. Zweitens belasten die Menschen die Umwelt mit zu viel Stickstoff. 121 Millionen Tonnen bringen sie jährlich aus – als Kunstdünger und als Nebenprodukt der Kohleverbrennung. Um schädliche Eutrophierungseffekte in der Landschaft zu verhindern, wären 35 Millionen Tonnen eine sichere Größe.

Der dritte kritische Schwellenwert betrifft den Klimawandel. Nur bei einem CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre unter 350 ppm ließe sich gemäß der Studie das Abtauen der Grönlandgletscher noch sicher aufhalten. Mit Blick auf die heutigen 390 ppm bewegt sich die Menschheit also auch hier im riskanten Bereich.

Ob das Klima der Erde tatsächlich schon einen Punkt erreicht hat, an dem es unweigerlich kippen wird, ist unter Experten allerdings umstritten. Viele Klimaforscher halten eine Erderwärmung um zwei Grad Celsius für gerade noch trag-

bar. Auf den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre umgerechnet, entspricht das einer Konzentration von 450 ppm. Demnach bliebe der Menschheit aktuell noch eine Chance gegenzusteuern.

Allerdings sind auch 450 ppm ein ernüchternder Wert angesichts der sehr schleppenden Fortschritte in der internationalen Klimaschutzpolitik. Sollte die Staatengemeinschaft sich nicht bald auf drastische Maßnahmen einigen, würden laut UN-Prognosen die Kohlendioxidwerte im Jahr 2100 bereits 550 ppm übersteigen.

### Erfolgsbeispiel gibt Hoffnung

Ein wenig Hoffnung macht allein der Blick zurück auf das Jahr 1987. Damals vertraute die Politik den Warnhinweisen von Wissenschaftlern und reagierte schnell: Durch das UN-Protokoll von Montreal wurde die Produktion bestimmter Kühl- und Treibmittel aus Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) gebannt. Chemiker hatten erkannt, dass sich die stabilen FCKW in der oberen Atmosphäre anreichern und dort die Ozonschicht der Erde zerstören. Ohne das Ozon als Filter könnte gefährliche UV-Strahlung von der Sonne ungehindert bis zum Erdboden vordringen.

Das weltweite Verbot der FCKW sollte als Erfolgsbeispiel dienen. Mittlerweile schließt sich das Ozonloch langsam wieder. Es gibt also auch Grund für Optimismus.

### Haiti und der Kern des Wesentlichsten

*„Nur die Posaune des apokalyptischen Engels hätte noch gefehlt, um das Ende der Welt zu verkünden – wären da nicht der Mut, die Solidarität und die unfassbare Geduld Einzelner gewesen, die uns an den Kern des Wesentlichsten zurückbanden: an jenes Prinzip der Mitmenschlichkeit, das niemals untergehen darf und das den Armen so vertraut ist. Die Lebenskraft sozusagen. Dieses ungebärdige, lebendige Leben in einer toten Stadt. Dieses Dulden bis zum Äußersten. Die wenigen, unvermeidlichen Plünderungen, auf die sich die internationale Presse so begierig stürzt: Welches Gewicht kommt ihnen zu angesichts solcher Selbstbehauptung von Leben und Würde? Später fand ich die Summe dieser Lektion in der Erinnerung an ein Wort von Albert Camus, das mir ein befreundeter Schriftsteller einmal geschickt hatte: „Jetzt sind wir mit dem Schlimmsten vertraut. Das hilft uns weiterzukämpfen.““*

Yanick Lahens, haitianische Schriftstellerin, am 20. Januar 2010 in der Neuen Zürcher Zeitung