

## Ökologische Grenzen des Wachstums

Vortrag in der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität“ am 9. Mai 2011

Es ist noch gar nicht so lange her, im Jahr 1959, da funkte das erste Mal ein Satellit Bilder von unserem Heimatplaneten zurück zur Erde. Die Bilder dieses blau schimmernden Juwels vor dem dunklen Hintergrund des Weltalls haben unsere Sicht der Welt für immer verändert. Nicht nur war es eine allerletzte Bestätigung für die Erkenntnis dass die Erde nicht der Mittelpunkt des Universums ist. Nein, es offenbarte sich auch die Schönheit und Verletzlichkeit unseres Planeten, dieser winzigen Kugel inmitten eines schier grenzenlosen Universums.<sup>1</sup>

Die bildliche Anschauung ermöglichte auch das erste Mal die beinahe physische Erkenntnis, dass die Grenze der Atmosphäre unweigerlich den Raum markiert der uns als Menschheit zur Verfügung steht. Sofern man nicht die Möglichkeit interstellarer Reisen in Betracht zieht<sup>2</sup> ist das ökologische Gesamtsystem „Erde“ unsere Umwelt – ist die Grenze der Erde auch die Grenze unseres Lebensraums. Dieser ist allerdings nicht ganz geschlossen, eine Ausnahme gibt es: Die Sonne schickt jedes Jahr so viel Energie in unser System, dass es dem 15.000-fachen des globalen Energieverbrauchs entspricht.<sup>3</sup> Ohne diese von außen zugeführte Energie gäbe es kein Leben auf der Erde.

### **Das Konzept des Umweltraums – der Lebensraum der Menschen**

So war es vermutlich auch das Bild des blauen Planeten im Weltall, dass gegen Ende der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts den Niederländer Hans Opschoor inspirierte das Konzept des „Umweltraums“ zu entwickeln - definiert als den Raum, den die Menschen in der natürlichen Umwelt nutzen können ohne wesentliche Charakteristika nachhaltig zu beein-

---

<sup>1</sup> Vgl. Sachs, Wolfgang: Wie zukunftsfähig ist Globalisierung?; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie; Wuppertal 2000.

<sup>2</sup> Stephen Hawkins im Interview, CAMBRIDGE, England (CNN): "I believe that the long-term future of the human race must be in space,"(...). It will be difficult enough to avoid disaster on planet Earth in the next 100 years, let alone next thousand, or million. The human race shouldn't have all its eggs in one basket, or on one planet. Let's hope we can avoid dropping the basket until we have spread the load." <http://edition.cnn.com/2008/WORLD/europe/10/09/hawking/index.html>

<sup>3</sup> Auch Materie kann als Meteoriten in diesen Raum eindringen, doch ist das im Hinblick auf verfügbare Ressourcen bedeutungslos. Alle stofflichen Ressourcen auf der Erde sind absolut begrenzt.

trächtigen.<sup>4</sup> Der Umweltraum - also der Lebensraum - für die Menschheit ergibt sich aus der ökologischen Tragfähigkeit von Ökosystemen, aus der Regenerationsfähigkeit natürlicher Ressourcen und aus der Verfügbarkeit der stofflichen und energetischen Ressourcen.<sup>5</sup>

Mathis Wackernagel, ein schweizerischer Umweltökonom, hat aus diesem Konzept den sog. „ökologischen Fußabdruck“ der Menschheit entwickelt.<sup>6</sup> Alle Daten über den Ressourcenverbrauch der Menschheit (wozu auch die Belastung der Umwelt mit Schadstoffen gehört) werden zu diesem Zweck in Relation gesetzt zu den verfügbaren Ressourcen (lebendige und andere Ressourcen, Landnutzung, Aufnahmefähigkeit von Atmosphäre und Böden etc.). Aus dieser Rechnung ergibt sich, dass die Menschheit schon heute „über ihre Verhältnisse“ lebt, dass also schon heute die verfügbaren Ressourcen nicht ausreichen bzw. die Regenerationsfähigkeit der erneuerbaren Ressourcen überschritten wird. Wackernagel hat das in das Bild gefasst, dass wir im Jahre 2005 schon 1,3 Erden brauchten, um innerhalb der Grenzen des Planeten Erde zu wirtschaften. Denn das Datum an dem die (gedachte) Grenze des Umweltraums erreicht wird war im Jahre 2010 der 21. August - es hatte 1987, zu Beginn der Berechnungen, noch am 19. Dezember gelegen. Es wird demnach nur noch zwei oder drei Jahre dauern an dem dieser „overshoot day“ am 1. Juli liegen wird und wir eineinhalb Erden bräuchten.

Wird der verfügbare Umweltraum durch die Anzahl der Menschen dividiert - im Oktober 2011 werden es sieben Milliarden sein, im Jahre 2050 vermutlich 9-10 Milliarden - dann erhält man den maximal verfügbaren Umweltraum für jeden Erdenbürger bzw. -bürgerin. Im allgemeinen wird das Konzept des Umweltraums mit einer einfachen ethischen Grundlage verknüpft: Da es sehr schwierig ist eine gerechte Aufteilung der verfügbaren Ressourcen zu ermitteln wird angenommen, dass jedem Menschen der gleiche - gedachte - Umweltraum zusteht.

Eindeutig begründbar ist diese Wertung im Bereich des Klimas, weil die Atmosphäre eine echte globale Ressource ist, wo Veränderungen immer globale Wirkung zeigen. Denn es ist irrelevant in welchem Bereich der Erde Treibhausgase emittiert werden, jedes ausgestoßene Molekül an Kohlendioxid oder Methan verändert die Gesamtkomposition der Lufthülle und hat deshalb globale Wirkung. Auch für die Ressourcen der Meere lässt sich ähnlich argu-

---

<sup>4</sup> Opschoor, J.B.: Environment, Economics and Sustainable Development. Groningen, 1992.

<sup>5</sup> BUND / Misereor (Hrsg.): Zukunftsfähiges Deutschland. Eine Studie des Wuppertal Institutes (1996), S.27.

<sup>6</sup> Wackernagel, Mathis: Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth, with Williams E. Rees and Phil Testemale, Philadelphia, PA : New Society Publishers, 1995.

mentieren, da die Ozeane ein Gemeingut der Menschheit sind. Etwas schwieriger ist die Argumentation im Bereich der Biodiversität - aber auch hier gilt aufgrund der vielfältigen Verknüpfungen des Netzes des Lebendigen dass massive Änderungen der Biodiversität in einem Land oder einer Region ihre Wirkung auch in anderen Ländern und Regionen entfalten wird.

Auf der Grundlage des jedem Menschen zustehenden Umweltraums kann schließlich ermittelt werden, ob einzelne Staaten im Rahmen ihres gemeinsamen Umweltraums verbleiben oder inwieweit ihr ökologischer Fußabdruck größer ist. Das Ergebnis ist wenig überraschend: Während der Großteil der Entwicklungsländer sich in dem ihnen zustehenden Umweltraum bewegen, brauchen viele Industriestaaten das doppelte oder vierfache ihres Umweltraums. Aber auch China liegt bereits deutlich darüber.<sup>7</sup>

Das Konzept des Umweltraums ist in letzter Zeit durch eine systemare Betrachtung ergänzt worden, um die Belastung für einzelne Umweltbereiche bzw. -systeme zu ermitteln. In hervorragender und beeindruckend detaillierter Weise ist dies dem „Millenium Ecosystem Assessment“ der Vereinten Nationen gelungen. Im Jahre 2000 vom damaligen UN-Generalsekretär Kofi Annan initiiert, ist bis 2005 von über 1.300 Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen ein einzigartiges Kompendium in fünf Bänden zusammengestellt worden. Sie kamen zu dem erschreckenden Ergebnis, dass von den untersuchten 24 Teilsystemen der Erde bereits 60 Prozent degradiert sind - zum Teil in einem Ausmaß das irreparabel ist wenn nicht sehr schnell Maßnahmen ergriffen werden.<sup>8</sup>

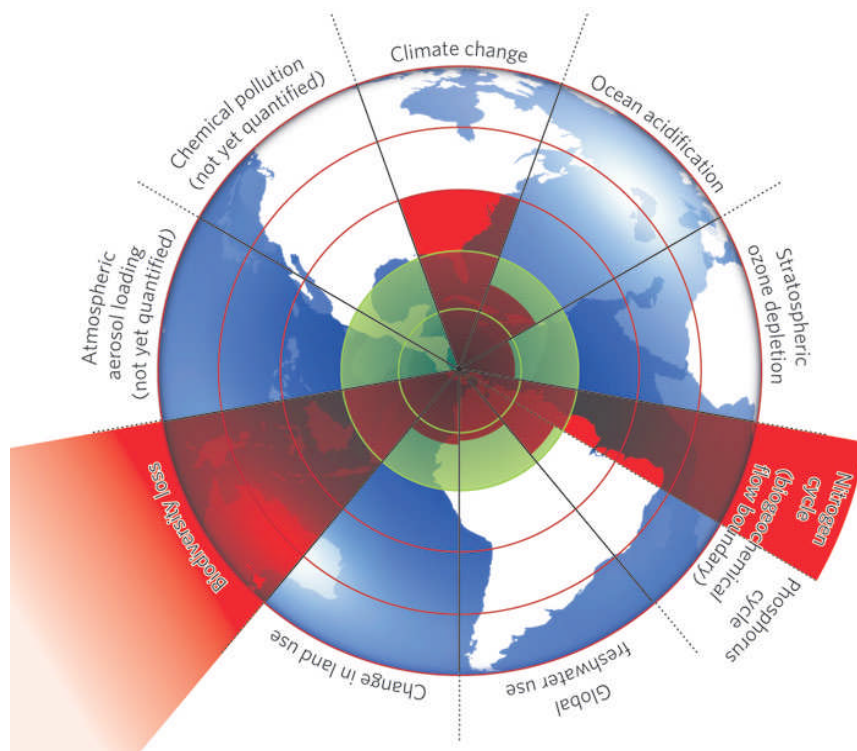
Vor zwei Jahren hat sich ein Team um den schwedischen Umweltwissenschaftler Johan Rockström zusammengetan um einen „sicheren Handlungsraum“ (safe operating space) für die Menschheit zu ermitteln.<sup>9</sup> Die 27 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben sich auf neun Teilsysteme beschränkt. Ihr alarmierendes Resümee: In drei dieser Teilsysteme sind die sicheren Grenzen, die für eine nachhaltige Entwicklung von eminenter Bedeutung sind, bereits überschritten worden: Im Bereich des Klimas, der Biodiversität und bei den Stickstoffeinträgen in die Umwelt.

---

<sup>7</sup> Wackernagel, Mathis/ Beyers, Bert: Der Ecological Footprint. Die Welt neu vermessen. Europäische Verlagsanstalt, Hamburg 2010.

<sup>8</sup> <http://www.millenniumassessment.org>.

<sup>9</sup> Rockström, J. (Stockholm Resilience Centre, Stockholm University, Stockholm Environment Institute), Schellnhuber, H. J. (PIK, Potsdam), Hansen, J. (NASA Goddard Institute for Space Studies), Crutzen, P. (Nobelpreisträger; Max Planck-Institut, Mainz) et al.: A safe operating space for humanity, Nature, 2009.  
Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity, Ecology and Society, 2009.



Ihre Schlussfolgerung: Die

Erde tritt in ein neues Zeitalter ein, welches das Holozän ablöst - das Anthropozän. Es ist dadurch gekennzeichnet, dass der Mensch ein bestimmender Faktor in der Entwicklung der Erdsysteme ist. Es wird befürchtet dass dieser dominante menschliche Einfluss dazu führt dass die stabilen Bedingungen des Holozäns der Vergangenheit angehören.

### **Klimawandel**

Eine wichtige Grenze für das Überleben der Menschheit ist die Temperatur auf der Erde und das sich aus dieser globalen Durchschnittstemperatur eingestellte Klima und die Klimazonen. Diese Durchschnittstemperatur hat sich im Laufe der Erdgeschichte immer wieder verändert. In dem erdgeschichtlich kurzen Zeitraum, in dem es den Homo Sapiens gibt, war die Temperatur jedoch annähernd mit der heutigen Temperatur vergleichbar. Erst seit Beginn des Holozäns, also in den letzten 10.000 Jahren, war die Temperatur so stabil dass sich in drei Weltregionen gleichzeitig die neolithische Revolution ereignen konnte - die Entwicklung der Landwirtschaft. Ohne diese Stabilität des Weltklimas wäre der Fortbestand der menschlichen Zivilisation gefährdet. Doch die weltweite Durchschnittstemperatur steigt seit einigen Jahrzehnten - und es ist nicht sicher, ab welchem Zeitpunkt sich wechselseitig verstärkende Prozesse und eine kaskadenartige Entwicklung zur Instabilität des gesamten Systems führt.

Der Klimawandel ist der Wissenschaft nicht erst seit kurzem bekannt. Schon vor 150 Jahren wurde der sogenannte Treibhauseffekt entdeckt, der physikalische Effekt der Leben auf die-

sem Planeten überhaupt erst möglich macht und der verantwortlich dafür ist, dass die Erde nicht dramatisch kühler ist. Die Beschreibung des Effekts von John Tyndall aus dem Jahr 1859 (hundert Jahre vor dem ersten Bild der Erde aus dem Weltraum) kann kaum klarer formuliert werden: Die Atmosphäre lässt Sonnenwärme hinein, aber behindert ihren Abfluss; das Ergebnis ist die Tendenz, Wärme an der Oberfläche des Planeten anzusammeln. Verantwortlich für diesen Effekt ist unter anderem das Kohlendioxid.

Seitdem hat sich der Kohlendioxid-Gehalt der Luft deutlich erhöht und der Treibhauseffekt hat sich entsprechend verstärkt, was zur Erwärmung des gesamten Erdklimas geführt hat. Nach den Daten der NASA war Mai 2009 bis April 2010 die wärmste 12-Monate-Periode seit Beginn der Datenreihe im Jahr 1880. Das ist insofern bemerkenswert, als es noch eine Reihe anderer Effekte gibt, die das Klima auf der Erde steuern, einer davon ist die Aktivität der Sonne. Deren Aktivität verharrt aber schon seit Jahren auf einem Tiefstand. In einem Zyklus verstärkter Sonnenaktivität (der in den nächsten Jahren wieder zu erwarten ist) dürfte der Klimawandel also noch deutlicher zu spüren sein. Die Effekte sind seit Jahrzehnten bekannt. Die Eisdecke des arktischen Ozeans schrumpft, mittlerweile auf nur noch die Hälfte der Fläche der 1970er Jahre. Erstmals seit den Aufzeichnungen war die Nordwestpassage 2007 eisfrei, im darauffolgenden Jahr sogar die Nordwest- und Nordostpassage. Auch der Meeresspiegel steigt weiter an, denn das Wasser des geschmolzenen Eises sammelt sich in den Ozeanen. Da der überwiegende Teil des Eises sich auf Landmassen befand, führt dies mittlerweile zu einem globalen Anstieg des Meeresspiegels um mittlerweile 3,4 cm pro Jahrzehnt.

Die Wissenschaftler sind sich einig, dass nur eine Begrenzung des Klimawandels auf unter 2° Celsius (besser noch 1,5° C) mit einer signifikanten Wahrscheinlichkeit die für den Menschen gefährlichen Auswirkungen des Klimawandels verhindern kann. Zwei Grad, das hört sich nicht nach viel an. Doch man muss sich vergegenwärtigen, dass es auf dem Höhepunkt der letzten Eiszeit nur 4-7 Grad kälter war als heute, mit einem 120 Meter niedrigerem Meeresspiegel und einem tief mit Eis bedecktem Europa. Auf die jetzt herrschende Warmzeit setzen wir also noch eine Warmzeit drauf: Bei einer sog. „business-as-usual“-Entwicklung könnte es auch zu einer sechs, acht oder zehn Grad wärmeren Welt kommen. Ein nicht kontrollierbares Experiment mit dem Planeten Erde.

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß nimmt weiter zu und mit den bisher auf den Klimakonferenzen beschlossenen Reduktionen steuern wir auf eine mindestens 4° Celsius wärmere Welt zu - mit dramatischen und nicht vorhersehbaren Auswirkungen.

Will die Menschheit den Klimawandel auf unter 2 Grad im Mittel begrenzen, so muss dafür auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß insgesamt gedeckelt werden. Das liegt auch an der langen Lebensdauer von CO<sub>2</sub> und damit seiner Klimawirkung in der Atmosphäre. Das heute von einem deutschen Kohlekraftwerk emittierte Kohlendioxid wird teilweise noch in 1000 Jahren den Treibhauseffekt verstärken. Im Rahmen komplizierter Klimamodelle kann der verbleibende CO<sub>2</sub>-Ausstoß berechnet werden. Soll mit einer Wahrscheinlichkeit von 75 % die globale Erwärmung im Mittel unter 2° Celsius bleiben, so dürfen bis 2050 global noch rund 700 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub> freigesetzt werden. Das klingt nach viel. Allerdings hätte die Welt bei der Beibehaltung der heutigen Emissionen diesen Wert schon in 20 Jahren erreicht. Je länger wir also mit substantiellen Reduktionen warten, desto schwieriger wird es, den Klimawandel unterhalb von 2 Grad zu stoppen.

### **Biodiversität**

Eine andere Grenze für das Überleben der Menschheit und die Stabilität der uns umgebenden Umwelt und der Ökosysteme ist die Artenvielfalt oder Biodiversität. Dabei ist uns auch im Jahr 2011 gar nicht klar wie sich diese Artenvielfalt zusammensetzt. Wir suchen nach Leben auf dem Mars und haben doch auf der Erde das meiste Leben noch gar nicht gefunden.

Gegenwärtig sind rund 1,8 Millionen Arten beschrieben, eine Million davon allein Insekten-Arten. Weitere 300.000 Arten gehen auf das Konto der Pflanzen. Tatsächlich sind das allerdings nur 2 bis 10 % der angenommenen Gesamtmenge an Arten. Doch diese Fülle schrumpft dramatisch. Fossile Belege zeigen, dass sich die natürliche Aussterberate mariner Organismen zwischen 0,1 bis 1 ausgestorbenen Art pro Millionen Arten im Jahr bewegt, bei den Säugetieren durchschnittlich 0,2–0,5.9. Die derzeitige Aussterberate wird allerdings auf das Hundert- bis Tausendfache dieses natürlichen Wertes geschätzt.

Während die Biodiversität mit zunehmender Erwärmung in den nördlichen Breiten vermutlich sogar zunehmen wird, sind die sog. Hotspots der Biodiversität, also die Orte mit besonders großer Biodiversität wie z.B. die Regenwälder besonders vom Klimawandel betroffen. Es wird befürchtet, dass sich durch den Klimawandel und durch die immer stärkere agrar-industrielle Nutzung von Landfläche die Aussterberate noch einmal um den Faktor 10 erhöht.

Die Bewahrung der Biodiversität hat neben einer ethischen Komponente auch eine fundamentale Bedeutung für die Evolution von Arten und für deren Möglichkeit auf unvorhergesehene Veränderung (wie auch durch den Klimawandel) zu reagieren. Die Stabilität von Öko-

systemen hängt ganz entscheidend von ihrer Artenvielfalt ab. In einer sich verändernden Umwelt können Arten, die bisher eine wichtige Funktion in einem Ökosystem ausgeführt haben, aussterben. Andere, vorher womöglich weniger bedeutende Arten, die aber nun besser an die neuen Gegebenheiten angepasst sind, können dann diese Funktion übernehmen.

Biologische Vielfalt liefert eine Reihe von Dienstleistungen, wie z.B. Nahrungsmittel, die Bestäubung von Nutzpflanzen, Reinigung von Wasser und Luft, Erzeugung von fruchtbarem Boden. Wälder speichern CO<sub>2</sub>, Erzeugen Regen und Sauerstoff, Korallenriffe dienen als Barrieren von Tsunamis und Wirbelstürmen. Ebenso ist Biodiversität wichtig bei der Forschung und Entdeckung neuer Wirkstoffe und Heilmittel.

### **Stickstoffeinträge**

Menschliches Handeln beeinflusst den natürlichen Stickstoffkreislauf des Ökosystems Erde in einem Ausmaß, dass auch in diesem Bereich die erlaubten Grenzen überschritten sind. Die zusätzlichen Einträge von Stickstoffen als Düngemittel in Böden sollten 35 Millionen Tonnen pro Jahr nicht übersteigen. Derzeit liegt der Eintrag bei 121 Millionen Tonnen pro Jahr.

Die massenhafte Ausbringung von Düngemitteln, die Stickstoffe enthalten, führt durch Auswaschung der Böden schnell zu einer Überdüngung unserer überlebenswichtigen Gewässer. Durch Flussläufe gelangen diese Nährstoffe auch in die Meere. Das hat bei negativem Verlauf die Eutrophierung dieser Gewässer zur Folge, d.h. die Nährstoffe werden von Algen konsumiert und bei diesem Prozess dem Gewässer soviel Sauerstoff entzogen, dass alle weiteren Lebewesen absterben, es entstehen sog. "Todeszonen". Zusätzlich kann die Ausbringung von Stickstoff zur Entstehung von Lachgas führen, welches als Treibhausgas 300 mal klimaschädlicher ist als die gleiche Menge CO<sub>2</sub>. Das kann zeigen wie komplex die Umweltdimensionen ineinander greifen und wie die Überschreitung einer Grenze durch Systemverschiebungen auch andere Negativeffekte verstärkt.

### **Schlussbemerkung**

Die Enquete-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität“ befasst sich im Kern mit den grundlegenden Fragen der Vereinbarkeit unserer Zivilisation mit dem System „Erde“. Unsere Art zu wirtschaften, also die Produktion von Lebensmitteln und Gütern, ist in einem hohem Maße abhängig von den verfügbaren Ressourcen und ist mit massiven Wirkungen auf unsere natürliche Umwelt, also auf unseren Lebensraum, verbunden. Der Grad der Beeinflussung ist inzwischen so groß, dass der Nobelpreisträger Paul Crutzen den Begriff des

„Anthropozäns“ als neues Erdzeitalter prägte. Ihm haben sich die schwedische Akademie der Wissenschaft und viele Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler angeschlossen.

Die äußeren Grenzen der Erde, also die Grenze der Lufthülle, ist auch die Grenze unseres Lebensraums. Andere Ressourcen, als die der Erde werden wir auf absehbare Zeit nicht haben. Die Qualität der Atmosphäre, der Meere, der Böden und auch die Zahl und Vielfalt unserer Mitgeschöpfe bestimmen unsere Lebensbedingungen - und wir schaffen jetzt die Bedingungen, die unsere Nachkommen vorfinden werden. Wenn alle so leben wollten wie die Länder der industrialisierten Welt (und die Eliten der sich entwickelnden Welt) es jetzt tun, dann bräuchten wir vier Erden oder bald fünf. Wir haben aber nur diese Eine. Lassen Sie uns gemeinsam daran arbeiten, gastfreundliche Lebensbedingungen für den Menschen auf dieser Erde zu erhalten. Denn das ist schließlich der Sinn von Politik: Die Gestaltung des Lebensumfelds für uns und unsere Nachkommen, die uns und ihnen ein Leben in Würde und Selbstbestimmung erlaubt.