

## Skalen eines nachhaltigen Ressourcenmanagements

# Von Unternehmen zu Nationen

Ein sorgsamer Umgang mit natürlichen Ressourcen gehört zu den Kernthemen von Industrial Ecology. Mit der jeweiligen Betrachtungsebene, vom Unternehmen bis zur globalen Ebene, wechseln die Herausforderungen, Methoden und Lösungsansätze. Gibt es auch Indikatoren, die skalenübergreifend angewandt werden können?

Von Stefan Bringezu und Michael Hiete

**H**äufig wird für Industrial Ecology die Analogie zwischen biologischen und technischen Systemen herangezogen. Als Idealbild gilt eine Kreislaufwirtschaft analog zu natürlichen Ökosystemen, in denen allein Energie von außen zugeführt wird, während sich auf stofflicher Seite weitgehend geschlossene Kreisläufe ausgebildet haben. Während sich die Stoffkreisläufe in natürlichen Ökosystemen evolutionär entwickelt haben, bedarf es in technischen Ökosystemen eines Managements von der Prozess- bis zur globalen Ebene.

### Das ökonomische Prinzip allein greift zu kurz

Es wird häufig angeführt, dass es im ureigensten Interesse von Unternehmen sei, effizient mit Ressourcen zu haushalten. Definiert man Ressourceneffizienz als Quotienten aus gewünschtem Output zu eingesetztem Input, trägt das ökonomische Prinzip in der Tat zu einer erhöhten Ressourceneffizienz bei. Das ökonomische Prinzip versagt aber, wenn die Ressourceninanspruchnahme nicht mit Kosten für das Unternehmen verbunden ist oder die Kostenreduktion durch andere Kosten, zum Beispiel für Mehrarbeit, überkompensiert wird.

Auch sind die Erwartungen hinsichtlich der Kürze der Amortisationsdauer bei Ressourceneffizienzinvestitionen sehr hoch, sodass Potenziale nicht ausgeschöpft werden. Weiterhin führt das ökonomische Prinzip leicht zu einem Reboundeffekt, wenn ein Produkt günstiger angeboten werden kann, dadurch dessen Absatz oder der anderer Produkte steigt und mithin auch der absolute Ressourcenverbrauch.

In der Umweltpolitik lässt sich seit den 1990er Jahren ein Paradigmenwechsel feststellen von einer emissions-, anlagen- und einzelstoffbezogenen Betrachtung hin zu einer systemaren Perspektive, bei der die gesamten Stoffströme von Produktion und Konsum und der Produktlebenszyklus ins Blickfeld gerückt werden.

Ressourcenmanagement ist breit angelegt und adressiert natürliche Ressourcen wie fossile und mineralische Rohstoffe, nachwachsende Rohstoffe und weitere Ressourcen wie Böden, Luft und Wasser, aber auch Fläche und ihre Inventare sowie die von ihnen erbrachten Ökosystemdienstleistungen. Neben der grundlegenden Frage, welche Ressourcennutzung noch als langfristig tragfähig gelten kann, gilt das Interesse der Forschung einer möglichst sparsamen und produktiven Nutzung der Ressourcen mit minimalen Umweltbelastungen. Die Steigerung der Ressourceneffizienz und der Umstieg auf natürlich oder technisch regenerierte Ressourcen stehen dabei im Fokus.

### Skalen eines nachhaltigen Ressourcenmanagements

Ein nachhaltiges Ressourcenmanagement muss skalenübergreifend erfolgen, um einerseits regional oder global identifizierte Obergrenzen (im Sinne des *Safe Operating Space*, vgl. EEAC-CADS 2014) und daraus abgeleitete Ziele für eine nachhaltige Ressourcennutzung auf die Ebene von Unternehmen und Haushalten hinunterbrechen und andererseits die auf unteren Ebenen erzielten Beiträge aggregieren und mit den gesetzten Zielen abgleichen zu können. Durch das generelle Anlegen einer lebenszyklusweiten Perspektive kann erkannt werden, inwieweit es angesichts globaler Wertschöpfungsketten mit hoher Arbeitsteilung zwischen den Unternehmen und Nationen zu einer Verlagerung von Umweltbeanspruchung zum Beispiel in die Rohstoffexportländer kommt.

Die Grundlage jedes Managements bilden Steuerungsgrößen wie Kennzahlen und Indikatoren, die den Zielerreichungsgrad messen. Auf europäischer und nationaler Ebene werden hierzu immer häufiger die „Four Footprints“ oder die Kernindikatoren des „Ressourcen-Tachos“ herangezogen: Primärmaterial, Land, Wasser und Treibhausgasemissionen (Bringezu/Schütz 2013). Die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie gibt als Ziel eine Verdoppelung der Materialproduktivität von 1994 bis 2020 vor. Der bisherige Indikator zur Messung des Materialeinsatzes berücksichtigt jedoch nur abiotische Stoffe und blendet die Vorketten der Importe aus. Mit dem Indikator Rohmaterial-Input (RMI) lässt sich dieses Defizit beheben. Möchte man zusätzlich die ungenutzte Extraktion erfassen, um den gesamten Primärmaterialaufwand (TMR, Total Material Requirement) zu berücksichtigen, der die mit der Ressourcenextraktion und den induzierten Massenströmen verbundenen Umweltbelastungen bestimmt, so ist auch das möglich.

## Probleme der Bewertung

Wenn es darum geht, die Inanspruchnahme von Ressourcen zu bewerten, treten häufig Probleme auf. So wird meist nicht berücksichtigt, ob eine Ressource nur temporär genutzt wird oder sich die Qualität der Ressource durch die Nutzung verschlechtert oder es gar zu einem regelrechten Verbrauch der Ressource durch Rohstoffverluste oder Zerstörung kommt. Ebenfalls bislang nicht zufriedenstellend gelöst ist die Gewichtung verschiedener abiotischer Ressourcen gegeneinander. Eine Gewichtung auf Basis des Marktpreises zeigt lediglich ökonomische Präferenzen an, sagt jedoch nichts über künftige Knappheiten oder Umweltbelastungen aus.

Andere Ansätze verwenden das Verhältnis zwischen Verfügbarkeit einer Ressource (nachgewiesene Reserven oder auch Gehalte in der gesamten Erdkruste) und ihrer aktuellen Extraktionsrate im Sinne einer Reichweite (ADP-Indikator) oder zukünftige Kostensteigerungen bei der Extraktion (ReCiPe 2008 Indikator), wenn zukünftig auf minderwertige Lagerstätten ausgewichen werden muss. Da sich die Verfügbarkeiten abiotischer Rohstoffe im Zuge dynamischer Exploration ständig ändern und Erwartungen über künftige Kosten höchst spekulativ sind, haben diese beiden Indikatoren letztlich keine verlässliche Basis. Einfachere Indikatoren wie RMI und TMR, die den Gesamtumfang lebenszyklusweit aufgewendeter Rohstoffe bzw. Primärmaterialien angeben, sind von solchen willkürlichen Annahmen unabhängig und können gleichwohl in Beziehung zu ökonomischen Parametern gesetzt werden.

Arbeiten Unternehmen mit dem Materialinput-pro-Serviceeinheit-Konzept (MIPS), so beinhaltet die Erfassung von MIPS die Erhebung der abiotischen und biotischen Inputs und der damit verbundenen Erdmassentranslokationen, deren Summe den TMR ergibt. Die Orientierung am Service, dem Nutzen, den die Produkte erbringen sollen, bietet zudem häufig Anlass, neue technisch-organisatorische Lösungen zu suchen, um die Ressourceneffizienz des Angebots zu erhöhen.

## Nachhaltige Zukunft denken

Ressourceneffizienz gehört zu den Kernanliegen von Industrial Ecology ebenso wie Schadstoffkontrolle und der Ausbau einer recyclingbasierten stofflichen und erneuerbaren energetischen Versorgung. Unsere Kreislaufwirtschaft fokussiert bislang auf Massenrohstoffe. Ein Ergebnis hiervon ist, dass Recyclingraten von über 50 Prozent am Lebenszyklusende bei nur 18 von 60 Metallen erreicht werden (UNEP 2011). Künftig gilt es, Recyclingverfahren und ihren Erfolg sowie einzuhalten Quoten am ressourcenbezogenen Einspareffekt zu messen (UNEP 2013). Auch sind die Möglichkeiten eines Carbon-Recyclings unter Nutzung von Kohlenstoffdioxid als Rohstoff noch völlig ungenutzt (Bringezu 2014).

Im Bereich der biotischen Ressourcen wird immer deutlicher, dass die Kapazitäten begrenzt sind. Die Steigerung der Erträge nimmt global in den kommenden Jahrzehnten weiter

ab. Dies bedeutet, dass auch mit biotischen Rohstoffen deutlich effizienter umgegangen werden muss (UNEP 2014).

## Strategien für das Ressourcenmanagement

Betrachtet man alle Ressourcennutzungen, so gilt es für ein nachhaltiges Ressourcenmanagement folgende vier Kernstrategien zu verfolgen (Bringezu/Bleischwitz 2009):

- eine ressourceneffizienzorientierte und recyclingbasierte Industrie, die auf die funktionellen Bedürfnisse des Endverbrauchs ausgerichtet ist;
- eine *steady-stocks society*, deren Technosphäre bei Erreichen eines Reifezustands physisch netto nicht mehr wächst;
- solarisierte Infrastrukturen, um die Oberflächen von Gebäuden, Anlagen und Straßen zur Energiegewinnung zu nutzen, und
- eine balancierte Bioökonomie, um die Ökosysteme nicht über die Maßen zu strapazieren und die Landnutzung global gerecht zu entwickeln.

## Literatur

- Bringezu, S./Bleischwitz, R. (Hrsg.) (2009): Sustainable resource management. Sheffield.
- Bringezu, S./Schütz, H. (2013): Ziele und Indikatoren für die Umsetzung von ProgRes. PolRes Arbeitspapier AS1.2/1.3. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Wuppertal. Im Internet unter: <http://www.ressourcenpolitik.de/ergebnisse>
- Bringezu (2014): Carbon recycling for renewable materials and energy supply. Recent trends, long-term options, and challenges for research and development. In: Journal of Industrial Ecology 18/3, S. 327–340.
- EEAC-CADS (2014): Safe Operating Space. Current state of debate and considerations for national policies. BMUB/EEAC Expert workshop. Im Internet unter: [http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/07\\_Veranstaltungen/2014\\_01\\_EEAC\\_Save\\_Operating\\_Space.pdf\\_\\_blob=publicationFile](http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/07_Veranstaltungen/2014_01_EEAC_Save_Operating_Space.pdf__blob=publicationFile)
- UNEP (2011): Recycling Rates of Metals. A Report of the International Resource Panel.
- UNEP (2013): Metal Recycling: Opportunities, Limits, Infrastructure, A Report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel.
- UNEP (2014): Assessing Global Land Use. Balancing Consumption with Sustainable Supply. A report of the International Resource Panel.

## AUTOREN + KONTAKT

**Dr. Stefan Bringezu** ist Professor für nachhaltiges Ressourcenmanagement an der Universität Kassel und Leiter der Forschungsgruppe Stoffströme und Ressourcenmanagement am Wuppertal Institut.



Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH,  
Postfach 100480, 42004 Wuppertal. Tel.: +49 202 24 92-131,  
E-Mail: [stefan.bringezu@wupperinst.org](mailto:stefan.bringezu@wupperinst.org)

**Dr. Michael Hiete** ist Professor für Industrial Ecology und technologischen Wandel an der Universität Kassel.



Universität Kassel, Center for Environmental Systems  
Research (CESR), 34109 Kassel. Tel.: +49 561 804-6217,  
E-Mail: [hiete@uni-kassel.de](mailto:hiete@uni-kassel.de)