

Nicht die Ressourcenknappheit setzt uns Limits, sondern die Umweltbelastung

Natürliche Ressourcen sind die Grundlage unserer Wirtschaft und sie zu nutzen, ermöglichte den Fortschritt der Menschheit der letzten Jahrhunderte. Obwohl der Ressourcenverbrauch zunimmt, sind die meisten Ressourcen immer noch reichlich vorhanden (wenn auch mit abnehmender Tendenz). Daher ist **die grösste Einschränkung beim Einsatz von Ressourcen in einer nachhaltigen Wirtschaft nicht die**

Ressourcenknappheit, sondern die Umweltbelastung, die beim Abbau, der Verarbeitung und Entsorgung entstehen und die Erdsystemgrenzen überschreiten. Ein typisches Beispiel dafür sind die fossilen Brennstoffe: Länder auf der ganzen Welt setzen sich dafür ein, den Ausstoss von Treibhausgasen zu reduzieren, um das Klimasystem nicht zu destabilisieren – und nicht weil fossile Rohstoffe knapp werden könnten.

Ressourcenbudgets für nachhaltige Produktion und Konsum festlegen

Um eine nachhaltige Wirtschaft aufzubauen, ist es essenziell, die Umweltbelastung der Ressourcennutzung zu reduzieren. Dazu trägt der Wandel zu einer Kreislaufwirtschaft bei. Denn, wenn Produkte und Materialien so lange wie möglich verwendet werden, um ihren Wert in der Wirtschaft zu erhalten, müssen weniger Primärressourcen abgebaut werden. Nichtsdestotrotz können Materialien aufgrund unumkehrbarer Verluste nicht unendlich lange im Kreislauf geführt werden. Deshalb werden auch in einer Kreislaufwirtschaft Primärressourcen benötigt. Daher muss der Ressourcenverbrauch so weit begrenzt werden, dass die Erde die damit verbundenen Umweltbelastungen noch tolerieren kann. In anderen Worten heisst das, dass die Umweltbelastungen,

die durch den Abbau, Verarbeitung und Entsorgung von Ressourcen entstehen, die sicheren Erdsystemgrenzen nicht überschreiten dürfen. Eine praktische Frage bleibt jedoch offen: **Wie können die sicheren Erdsystemgrenzen berechnet und für Regierungen, Unternehmen und Einzelpersonen greifbar gemacht werden**, damit sie sie in ihre Entscheidungen einbeziehen?

Diese Frage steht im Mittelpunkt der Studie, die Wissenschaftler der Empa (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt) im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Wirtschaft» (NFP 73) - Projekt «Laboratory for Applied Circular Economy» (LACE) durchgeführt haben. Um die Frage zu beantworten, entwickel-

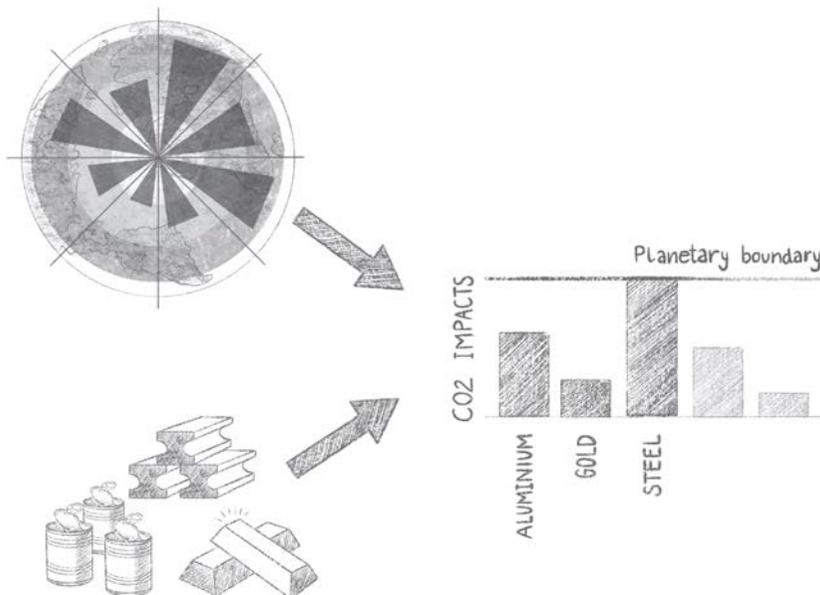
ten die Forscher die **«Methode der ökologischen Ressourcenverfügbarkeit»** (*Ecological Resource Availability*), welche die **Erdsystemgrenzen in jährliche Ressourcenbudgets übersetzt** (ausgedrückt in Massenstromeinheiten z.B. kg/Jahr).

Dazu legt die Methode die **maximale Menge an Ressourcen fest, die global genutzt werden kann, ohne die Prozesse des Erdsystems unumkehrbar zu verändern.**

Ökologische Ressourcenverfügbarkeitsmethode

Die «Methode der ökologischen Ressourcenverfügbarkeit» besteht aus 5 aufeinanderfolgenden Schritten. Um

die Methode verständlicher zu machen, werden die 5 Schritte an einem konkreten Beispiel von Metallen dargestellt.



Vereinfachte Darstellung der «Methode der ökologischen Ressourcenverfügbarkeit» anhand des Metallbeispiels und des Forschungspapiers

1

Auswahl der Erdsystemgrenzen: Beim ersten Schritt der Methode wird das Nachhaltigkeitsziel festgelegt, auf welchem der Rest der Analyse aufbaut. Für das Beispiel der Metalle wird das Ziel ausgewählt, den holozänen Zustand des Erdsystems zu schützen, d. h. den Zustand der Erde während des geologischen Zeitraums der letzten 12'000 Jahre. Um dieses Ziel genauer zu beschreiben, wird das Konzept der planetaren Belastungsgrenzen (*planetary boundary framework*) verwendet, welches Grenzwerte für 9 entscheidende Erdsystemprozesse beschreibt. Werden diese Grenzwerte überschritten, ist zu erwarten, dass sich Prozesse der Erde unumkehrbar verändern, was gravierende Folgen für die Menschheit hat. Ein Beispiel dafür ist der Klimawandel. Dieses Konzept der planetaren Belastungsgrenzen lässt sich durch weitere Erdsystemprozesse erweitern. Um dies zu zeigen, fügen die Forscher einen zehnten Grenzwert hinzu, der die Potenziale erneuerbarer Energien beschreibt.

2

Definition des Ressourcensegments: Der zweite Schritt der ökologischen Ressourcenverfügbarkeits-Methode besteht darin, das Ressourcensegment zu bestimmen, welches untersucht werden soll. Ein solches Segment kann eine oder mehrere Ressourcen umfassen (je nach verwendeter Datenquelle). Für das Ressourcensegment der Metalle werden 14 Hauptmetalle angeschaut (Aluminium, Kupfer, Stahl, Gusseisen, Zink, Blei, Zinn, Nickel, Gold, Silber, Platin, Titan, Chrom und rostfreier Stahl).

Wenn das Ressourcensegment mehr als eine Ressource umfasst, muss der Anteil, den jede einzelne Ressource (in diesem Fall jedes Metall) zum Gesamtmassenstrom des Segments beiträgt, angegeben werden. Für aktuelle Materialverwendungsmuster können diese Informationen in bestehenden Datenbanken gefunden werden, wie z. B. dem «*Mineral resources data system*» für Metalle.

3

Zuteilung des sicheren Handlungsraums (safe operating space): Um nun herauszufinden, wieviel Metall genutzt werden kann, ohne den sicheren Handlungsraum zu verlassen – also ohne die planetaren Belastungsgrenzen zu überschreiten – muss jeweils ein Anteil jeder planetaren Belastungsgrenze dem Metallressourcensegment zugeteilt werden. Dieser Prozess muss anhand von einer Zutei-

lungsmethode gemacht werden (siehe Kasten unten), wie z.B. dem *Grandfathering*-Ansatz: Die Anteile an den planetaren Belastungsgrenzen werden den Ressourcen gemäss ihren historischen Anteilen an Umweltbelastung zugewiesen. Das bedeutet in der Praxis: Wenn die Produktion von Stahl für 9 % der heutigen globalen CO₂-Emissionen verantwortlich ist, dann wird der Ressource Stahl dieser Anteil innerhalb der CO₂-Grenze zugewiesen.

Zuteilungsmethoden

Zuteilungsmethoden werden in der Umweltpolitik häufig für nachhaltiges Ressourcenmanagement eingesetzt. Sie werden auch bei internationalen Verhandlungen zur Zuteilung von Treibhausgasemissionsrechten oder -quoten an die verschiedenen Länder verwendet. Unter den vielen verschiedenen Zuteilungsmethoden, die es gibt, ist der *Grandfathering*-Ansatz weithin bekannt und verwendet. Dieser Ansatz nimmt eine Status-quo-Perspektive ein und teilt Anteile auf der Basis vergangener («geerbter») Anteile von Umweltauswirkungen zu. Andere Ansätze basieren auf verschiedenen Prinzipien (wirtschaftliche Effizienz, Gerechtigkeit...) und Zuteilungskriterien (Bevölkerung, BIP; Geschichte, Kosten, etc.), die kombiniert werden können (z.B. BIP pro Kopf).

4 ***Umweltauswirkungen der Ressourcenproduktion und der Entsorgungsstrategien:*** Im vierten Schritt werden die Umweltauswirkungen berechnet, welche durch den Abbau, die Produktion und Entsorgung der Ressource (wie Verbrennung, Deponie, Dispersion – z.B. durch Abrieb – und Abwasserbehandlung) von Metallen innerhalb der ausgewählten Grenzen verursacht werden. Dies geschieht mit Hilfe von Lebenszyklusanalysen, die auf durchschnittlichen globalen Daten basieren.

5 ***Hochrechnung der Ressourcenproduktion:*** Dieser letzte Schritt der Methode zielt darauf ab, diejenige planetare Belastungsgrenze zu identifizieren, welche die Limite für eine Steigerung der Produktion der Ressource darstellt. Dazu werden die einzelnen Umweltauswirkungen der 14 verschiedenen Metalle des Segments addiert, um die

Gesamtauswirkung des Metallsegments zu berechnen. Dann wird die Produktionsmenge des Metallsegments schrittweise erhöht (und damit seine Umweltauswirkungen vergrössert), bis eine Grenze überschritten wird. Im Fall von Metallen ist CO_2 die limitierende Grenze (d.h. diejenige Grenze, die zuerst überschritten wird). Dies ist auf die heutige kohlenstoffintensive Produktionstechnologie von Metallen zurückzuführen. Innerhalb des Segments trägt Stahl aufgrund seines grossen Produktionsanteils am meisten zu den CO_2 -Emissionen bei.

Die Ergebnisse zeigen, dass die primäre Metallproduktion des Jahres 2016 um den Faktor 40 reduziert werden müsste, um innerhalb der gewählten planetaren Grenzen zu liegen. Anders gesagt müsste die Metallproduktion 40-mal kleiner sein, um nicht unser Klima unumkehrbar zu verändern. So wie wir heute Metalle nutzen, würden sie jedoch erst in 1'500 Jahren knapp werden. Dies beweist, dass nicht die Verfügbarkeit von Metallen der limitierende Faktor für eine nachhaltige Wirtschaft ist, sondern dass eine nachhaltige Metallproduktion durch die Umweltauswirkungen limitiert wird, die beim Abbau, der Produktion und der Entsorgung entstehen.

Fazit

Die Methode der ökologischen Ressourcenverfügbarkeit ist nützlich, wenn es darum geht, die Grenzen des Erdsystems in globale Ressourcenbudgets zu übersetzen. Aufgrund des flexiblen Designs der Methode kann sie auch unter Berücksichtigung verschiedener Technologien, Zuteilungsprinzipien und Nachhaltigkeitsziele verwendet werden. So kann verglichen und bewertet werden, wie sich verschiedene Szenarien (z.B. neue Technologien) auf die Ressourcenverfügbarkeit in der Zukunft auswirken. Solche Szenarien können als Entscheidungsgrundlage dienen, z.B. für ein nachhaltiges Ressourcenmanagement und für die Gestaltung von wirksamen politischen Rahmenbedingungen. Darüber hinaus zeigt das Beispiel der Metalle, wie die Methode zur Unterstützung von gegenwärtigen politischen Massnahmen eingesetzt werden kann. Denn die Berechnungen beweisen, wie wichtig es ist, dass die Politik und die Gesellschaft CO₂-Emissionen reduzieren wollen.

Für die Berechnungen mit der Methode der ökologischen Ressourcenverfügbarkeit werden globale Durchschnittswerte verwendet. Die Methode

dient dazu, globale Ressourcenbudgets zu berechnen. Häufig unterscheiden sich die Umweltbedingungen jedoch von Region zu Region. So könnte die Methode weiterentwickelt werden, indem Grenzen und Folgenabschätzungen auf regionaler Ebene berücksichtigt werden. Des Weiteren könnte die Zuteilungsmethode überdacht werden. Denn der *Grandfathering*-Ansatz skaliert das heutige sozio-ökonomische System um, damit es in die Grenzen des Erdsystems passt. Da die heutige globale Wirtschaft jedoch bereits 6 planetare Belastungsgrenzen überschreitet, dürften erheblich weniger Ressourcen produziert und konsumiert werden, was für grosse Teile der Weltbevölkerung Einschränkungen in der Grundversorgung bedeuten würde. Dieses Szenario ist daher nur richtungsweisend zu verstehen.

Folglich ist es notwendig, Zuteilungsprinzipien zu definieren, die für eine wachsende Weltbevölkerung ein würdiges Leben ermöglichen. Solche weiteren Schritte werden in zukünftigen Forschungsarbeiten untersucht.

Was ist NFP 73?

Dieses Forschungsprojekt wird im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Wirtschaft: ressourcenschonend, zukunftsfähig, innovativ» (NFP 73) des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) durchgeführt.

Das NFP 73 hat zum Ziel wissenschaftliche Erkenntnisse über eine nachhaltige Wirtschaft mit schonender Nutzung natürlicher Ressourcen, mehr Wohlfahrt und erhöhter Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandortes Schweiz zu erarbeiten. Das NFP 73 berücksichtigt dabei die Umwelt, die Wirtschaft und die Gesellschaft, betrachtet sämtliche natürliche Ressourcen und alle Stufen der Wertschöpfungskette.



Nachhaltige Wirtschaft
Nationales Forschungsprogramm

Weitere Informationen zum Nationalen Forschungsprogramm finden Sie unter:

www.nfp73.ch

Was ist LACE?

Das Labor für angewandte Kreislaufwirtschaft (Laboratory for Applied Circular Economy, kurz LACE) ist ein inter- und transdisziplinäres Projekt, an dem Forschende aus drei Schweizer Hochschulen und aus verschiedenen Disziplinen beteiligt sind: Umwelt- und Materialwissenschaften, Betriebswirtschaft sowie Rechts- und Politikwissenschaften. Das LACE-Projekt arbeitet mit sieben namhaften Partnerunternehmen zusammen, um zu zeigen, wie die ressourceneffizienten Muster der Kreislaufwirtschaft und die damit verbundenen Geschäftsmodelle in den Wertschöpfungsketten der beteiligten Unternehmen implementiert werden können. Ziel des Projektes ist es, zu zeigen, dass die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft für Schweizer Unternehmen ökologisch vorteilhaft und profitabel sein können. Die Stiftung sanu durabilitas ist Wissenstransferpartnerin des LACE-Projektes.



Weitere Informationen zum Labor für angewandte Kreislaufwirtschaft finden Sie unter:

www.nrp73.ch/de/projekte/kreislaufwirtschaft/labor-fuer-eine-kreislaufwirtschaft

Was ist sanu durabilitas?

Die Stiftung sanu durabilitas ist ein unabhängiger Think and Do Tank mit Sitz in Biel/Bienne. Ihr Ziel ist es, neue praxisorientierte und wirkungsvolle Lösungen für den Übergang zu einer nachhaltigen Schweiz zu entwickeln, die in Wirtschaft, Politik und Verwaltung Anwendung finden, sowie die institutionellen Rahmenbedingungen für Nachhaltigkeit zu verbessern. In Zusammenarbeit mit Partner/innen aus Forschung, Wirtschaft, Politik, Verwaltung und Zivilgesellschaft identifiziert sanu durabilitas erfolgversprechende Lösungen, entwickelt sie weiter, erprobt ihre Anwendung in der Praxis, erarbeitet Empfehlungen und bringt sie den Entscheidungsträger/innen und der Öffentlichkeit zur Kenntnis. Die aktuellen Schwerpunkte von sanu durabilitas sind Kreislaufwirtschaft, nachhaltige Nutzung der Ressource Boden und soziale Kohäsion in einer sich wandelnden Gesellschaft.



Weitere Informationen zu sanu durabilitas finden Sie unter:

www.sanudurabilitas.ch