

**IZT-Text 1-2018**

# Effizienz, Konsistenz, Suffizienz Strategieanalytische Betrachtung für eine Green Economy



## IZT-Text 1-2018

# Effizienz, Konsistenz, Suffizienz Strategieanalytische Betrachtung für eine Green Economy

Autoren

Siegfried Behrendt, Edgar Göll, Friederike Korte

Berlin, 2018

Der vorliegende Beitrag entstand im Forschungsprojekt „Evolution2Green - Transformationspfade zu einer Green Economy: den Pfadwechsel gestalten“. Das Projekt wurde von adelphi gemeinsam mit dem IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung und dem Borderstep Institut im Rahmen des vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Schwerpunktprogramms "Nachhaltiges Wirtschaften" der Sozial-Ökologischen Forschung durchgeführt (SÖF; Förderkennzeichen FKZ 01UT1407).



© 2018 IZT - Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie.  
Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

978-3-941374-35-5

Herausgeber:

IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH,  
Schopenhauerstr. 26, 14129 Berlin  
Tel.: 030-803088-0, Fax: 030-803088-88, E-Mail: [info@izt.de](mailto:info@izt.de)

Abbildung Titel: ©Adobe Stock / © aapsky #157854608 / Petair #40140069 / Егор Кулинич #157854608

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>4</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>4</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Einführung</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Effizienz, Konsistenz und Suffizienz</b> .....	<b>8</b>
2.1 Effizienz .....	8
2.1.1 Definition .....	8
2.1.2 Transformationspotenziale.....	9
2.1.3 Grenzen: Wirtschaftswachstum und Rebound-Effekte .....	12
2.1.4 Fazit 13	
2.2 Konsistenz .....	13
2.2.1 Definition .....	13
2.2.2 Transformationspotenziale.....	14
2.2.3 Grenzen: Technologieumsetzung .....	15
2.2.4 Fazit 16	
2.3 Suffizienz .....	16
2.3.1 Definition .....	16
2.3.2 Transformationspotenziale.....	17
2.3.3 Grenzen: Anschlussfähigkeit.....	23
2.3.4 Fazit 24	
<b>3 Stellenwert für Transformation zur Green Economy</b> .....	<b>25</b>
3.1 Beiträge der Strategien zur Entwicklung einer Green Economy.....	25
3.2 Strategien aus zyklusanalytischer und produktionstheoretischer Sicht .....	26
3.3 Komplementarität der Strategien .....	28
3.4 Begrenzung von Rebound-Effekten .....	29
<b>4 Fazit</b> .....	<b>32</b>
4.1 Strategieanalytische Heuristik.....	32
4.2 Gesamtstrategie der abgestuften Optionen .....	34
4.3 Handlungsfelder .....	34
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>37</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Strategien für eine Green Economy.....	8
Abbildung 2: Wirkungskette von Anforderungen, Bedürfnissen und Wünschen hin zum gelieferten Techniknutzen sowie Angriffspunkte für Reduktion, Substitution und Anpassung .....	22
Abbildung 3: Ansatzpunkte und Zusammenhänge bei der Suffizienz privater Haushalte .....	23
Abbildung 4: Entwicklung von Ökosystemen und Organismen .....	27
Abbildung 5: Strategien aus produktionstheoretischer Sicht .....	28
Abbildung 6: Die drei Basisstrategien im Kontext von Transformationsprozessen .....	32
Abbildung 7: Ko-Evolution von Effizienz, Konsistenz und Suffizienz .....	33

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Suffizienzstufen auf der Basis der Eingriffstiefe .....	18
Tabelle 2: Handlungsfelder mit Kategorien.....	21
Tabelle 3: Effizienz, Konsistenz und Suffizienz im Vergleich .....	26

# Abkürzungsverzeichnis

BT Deutscher Bundestag

WBGU Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

# 1 Einführung

In der Debatte über nachhaltiges Wirtschaften werden drei mögliche Leitstrategien diskutiert: Effizienz, Konsistenz und Suffizienz. Kurzgefasst stehen Effizienz für weniger Ressourceneinheit pro Serviceeinheit, Konsistenz für naturverträgliche Technologien und Strukturen und Suffizienz für die Reduktion des belastenden Konsums. Über die Definitionen und Abgrenzungen sowie den Stellenwert dieser Strategien für die Transformation<sup>1</sup> von Wirtschaft und Gesellschaft und ihr Verhältnis zu einer anzustrebenden Green Economy<sup>2</sup> existieren unterschiedliche Ansichten und wird teilweise heftig gestritten<sup>3</sup>.

Die Effizienzstrategie gilt dabei in der Wirtschaft als besonders anschlussfähig und wird in zahlreichen Formen praktiziert. Eine Steigerung der Ressourcenproduktivität, der Rohstoff- und Energieeffizienz ist in wirtschaftlicher und ökologischer Hinsicht vorteilhaft, sprich, wirtschaftlich kosteneinsparend und ökologisch belastungsminimierend. Inzwischen spiegelt sich dieser Zusammenhang in einer dynamischen Entwicklung der globalen GreenTech-Märkte wider, deren „Volumen eine völlig neue Dimension“ erreicht (BMUB 2014). Der Effizienzstrategie wird sogar eine „Effizienzrevolution“ zugetraut. Andere Akteure sind hingegen deutlich weniger euphorisch, ja skeptisch und messen der Effizienzstrategie einen nachrangigen Stellenwert bei. Sie verweisen dabei auf Rebound-Effekte, die Effizienzgewinne geringer ausfallen lassen, sogar überkompensieren (Santarius 2012, Paech 2012).

Konsistenz wird deshalb als grundlegenderer, systemischer Ansatz diskutiert. Ihm wird eine größere Reichweite und größerer Impact zugetraut. Während die Effizienzstrategie mengenorientiert ist – weniger Ressourcenverbrauch bei mehr Ertrag – zielt die Konsistenzstrategie auf die Veränderung der Qualität der Stoff- und Energieströme ab. Gemeint sind dabei Stoffe, Produkte und Technologien, die verträglich, eben konsistent, mit natürlichen Stoffkreisläufen sind (Schmidt 2008). Im Kern geht es um die „Schaffung einer metabolisch naturintegrierten Industriellen Ökologie durch basisinnovative Konzeption und Konstitution von technischen ‚Systemwechseln‘, also dem Set-Up und späteren Take-Off“ neuer Technologien auf neuen Pfaden“ (Huber 1999, 13). Fücks plädiert in seinem Buch „Intelligent wachsen“ (2013) für „eine fundamentale Veränderung der herrschenden Produktionsweise“, also für eine „grüne industrielle Revolution“, die neben Effizienz vor allem auf Konsistenz setzt. Von solchen Prozessen wird ein großes Problemlösungspotenzial erwartet. Einige Autoren gehen davon aus, dass er „mit großem Abstand das höchste Maß an nachhaltiger Problemlösung bringen kann“ (Huber 1999).

Besonders leidenschaftlich debattiert wird über den Stellenwert von Suffizienz. Während eine Fraktion behauptet, dass Suffizienz „nicht nur ein relativ geringes Einsparpotenzial“ besitzt, sondern „auch ein viel zu geringes sozio-kulturelles Anschluss- und Resonanzpotenzial“ (Huber 1999; siehe auch Fücks 2013), kommt die andere Fraktion zu der Einschätzung: „Suffizienz ist ein notwendiger Baustein in einem ebenso notwendigen Ensemble unterschiedlicher Nachhaltigkeitsstrategien“ (Fischer et al. 2013). Suffizienz gilt sogar dort als „elegante Lösung“, wo Effizienz und Konsistenz an Grenzen stoßen. Auf Gesellschaftsebene wird in dieser Sicht eine „konsequente sozial-ökologische Transformation der Produktions- und Lebensweise und eine demokratisch organisierte Reduktion von Produktion und Kon-

---

<sup>1</sup> Siehe Projekt-Definitionspapier, außerdem insbesondere WBGU 2011, Griebhammer/Brohmann 2015

<sup>2</sup> Siehe Projekt-Definitionspapier

<sup>3</sup> Siehe hierzu beispielsweise Huber 2014, Linz 2014 und Spangenberg 2013

sum“ (Schmelzer/Passadakis 2011) als notwendig angesehen. Das Konzept „der Postwachstumsökonomie orientiert sich an einer Suffizienzstrategie und dem partiellen Rückbau industrieller, insbesondere global arbeitsteiliger Wertschöpfungsprozesse zugunsten einer Stärkung lokaler und regionaler Selbstversorgungsmuster“ (Paech 2012). Gefordert wird ein „Transformationsdesign“, was auf ein „komplett anderes Leben“ abzielt. „Wiederverwenden, umnutzen, mitnutzen“ ist das Credo einer neuen, „reduktiven Moderne“, die mithin explizit kulturelle Veränderungen erfordert und mit sich bringt (Welzer 2014). Einen aktuellen Schub erhält die Diskussion über die drei Basisstrategien der Nachhaltigkeit durch den Diskurs über „Postwachstum“, da in diesem Kontext über Bereiche von künftigem Wachstum und dessen Art und Qualität sowie die erforderlichen Konzepte und Vorgehensweisen diskutiert wird (z.B. Adler 2014, Hunecke 2013, Paech 2012, Welzer 2011). Darüber hinaus erhält die Thematik Nachhaltigkeit und Pfadwechsel in internationaler Perspektive eine besonders große Bedeutung, da eine Verallgemeinerung des westlichen Produktions- und Lebensstils nicht möglich ist und die kürzlich definierten Nachhaltigkeitsziele (SDG) auch für die EU-Staaten eine große Herausforderung darstellen und deren Erreichung ermöglicht werden muss (Messner 2015, Altvater 2015, Wuppertal Institut 2005 sowie Steffen et al. 2015).

Während die bisherige wissenschaftliche, gesellschaftliche und politische Debatte im Wesentlichen die Vorzüge und Nachteile der jeweiligen Strategien hervorgehoben hat, und dabei Positionen und Scheidelinien (z. B. Effizienz und Konsistenz versus Suffizienz oder umgekehrt) markiert, fehlt es an einer vergleichenden Analyse und Einordnung der Transformationspotenziale für eine Green Economy, die auch deren Wechselwirkungen beachtet und konzeptionell miteinander verknüpft, also die komplementären Funktionen und Potenziale herausarbeitet. Mit Blick darauf soll das vorliegende Papier einen heuristischen Rahmen aufspannen.

## 2 Effizienz, Konsistenz und Suffizienz

Das Strategiemodell – Effizienz, Konsistenz und Suffizienz – ist ein hilfreiches Analyseraster, um Transformationen strukturiert zu diskutieren. Es kombiniert strategische Ebenen auf Makro-, Meso- und Mikroebene und verbindet diese mit einer Akteursperspektive, die es ermöglicht Handlungsspielräume auszuloten. Im Folgenden werden die Strategien bezüglich ihrer Transformationspotenziale für eine Green Economy beleuchtet und eingeschätzt.

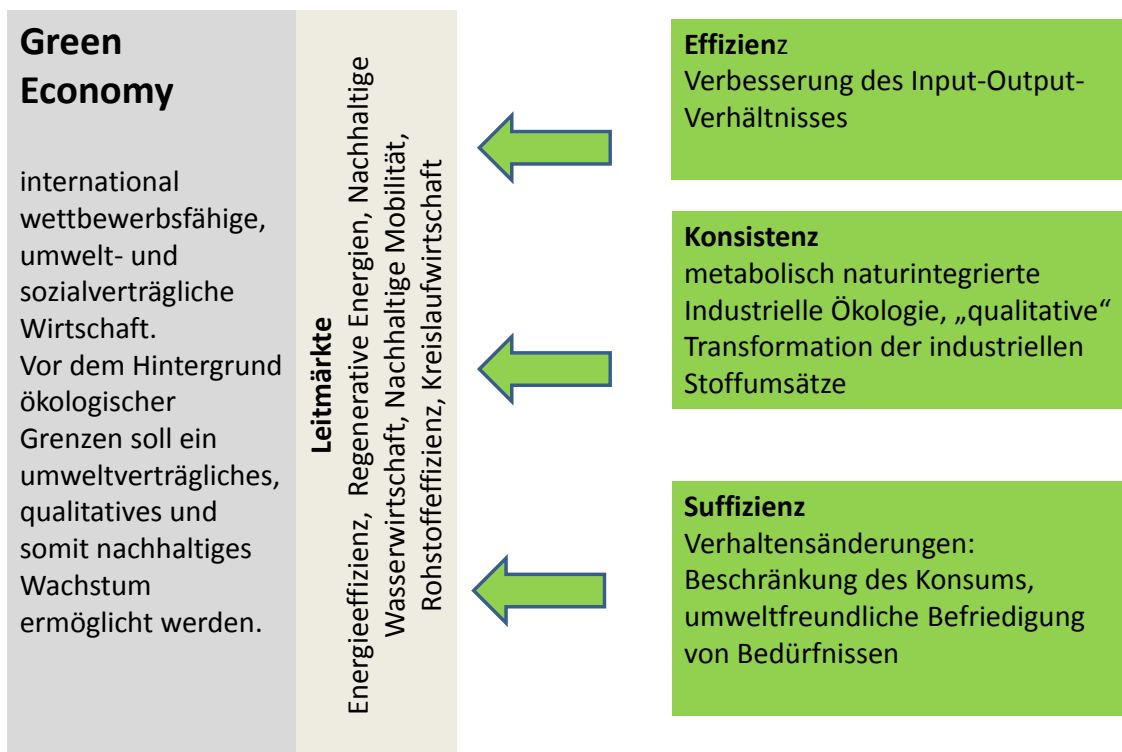


Abbildung 1: Strategien für eine Green Economy

Quelle: BT-Enquete-Kommission, 1996, BMU 2014

### 2.1 Effizienz

#### 2.1.1 Definition

Die Effizienz-Strategie zielt darauf ab, eine ökonomische Leistung mit geringstmöglichem Einsatz an Material und Energie zu erstellen, in dem das Input-Output-Verhältnis verbessert wird. Konkret bedeutet dies eine Steigerung der Material-, Rohstoff- und Energieeffizienz. Der Effekt besteht in einer relativen Senkung des Ressourcenverbrauchs. Ansätze liegen in der Verbesserung der Technik, der Prozesse und der Produkte. Ein Beispiel sind effizientere Motoren, ein anderes Beispiel ist die Wärme-



dämmung von Gebäuden, die zur Energieeinsparung beiträgt. Man kann mit Blick darauf von der Energieeffizienz (Einsatz an Energie pro Einheit Nutzenleistung) sprechen. Gängige Indikatoren sind beispielsweise im Wohnungsbereich Wärmeenergie pro Fläche (Kilowattstunde pro Quadratmeter) oder Wärmeenergie pro Kopf. Unter Materialeffizienz ist das Verhältnis der Materialmenge in den erzeugten Produkten zu der für ihre Herstellung eingesetzten Materialmenge zu verstehen. Auf volkswirtschaftlicher Ebene dient der Quotient aus Wertschöpfung (BIP) und seinem Rohstoffverbrauch (BIP/Rohstoffmasse) zur Beschreibung der Rohstoffproduktivität. Energieproduktivität wird ausgedrückt als BIP im Verhältnis zum Primärenergieverbrauch oder zum Endenergieverbrauch. Die Effizienz ist umso höher, je niedriger der Ressourceneinsatz ist. Die Umkehrung dieser Quotienten wird ebenfalls verwendet und beschreibt die Ressourcenintensität als Verhältnis von genutzter Umweltressource zur erwirtschafteten Leistung einer Wirtschaft. Dabei ist eine sinkende Ressourcenintensität gleichbedeutend mit einer zunehmenden Ressourceneffizienz oder anders ausgedrückt, je sparsamer eine natürliche Ressource in Relation zur ökonomischen Wertschöpfung verwendet wird, desto weniger wird die Umwelt belastet.

### 2.1.2 Transformationspotenziale

Die Effizienz-Strategie ist jene, „die im vorherrschenden Wirtschaftsgeschehen am ehesten anschlussfähig ist“ (Huber 1995). Dabei ist der Fokus meist betriebswirtschaftlich gesetzt. In der Effizienz-Strategie „findet sich das Wirtschaftlichkeitsdenken am ehesten wieder: das Maximierungsprinzip, wonach der Ertrag bei konstantem Aufwand zu maximieren ist, und das Minimierungsprinzip, wonach der Aufwand bei konstantem Ertrag zu minimieren ist“ (Schmidt 2008).

Es verwundert daher nicht, dass die Effizienzstrategie von der Wirtschaft gerne aufgegriffen wird. „Sie steht in keinem Widerspruch zu ökonomischen Zielen, sondern unterstützt diese sogar“ (Schmidt 2008). Im Rahmen der Debatte um eine Green Economy spielt die Effizienz-Strategie eine große Rolle. Im Umwelttechnologie-Atlas des BMUB heißt es: Für die Fortschritte der „Grünen Transformation“ spielt die Ressourceneffizienz eine Schlüsselrolle, „denn die Unternehmen dieses Wirtschaftszweiges tragen mit ihren Produkten, Verfahren und Dienstleistungen zur Lösung der ökologischen Herausforderungen bei. Hinzu kommt, dass die Umwelttechnik und Ressourceneffizienz das Greening, das heißt die Grüne Transformation in anderen Wirtschaftszweigen maßgeblich unterstützt“ (BMUB 2014). Energieeffizienz, Material- und Rohstoffeffizienz, Wassereffizienztechnologien, Verkehrseffizienz und Kreislaufwirtschaft sind wichtige Leitmärkte. Sogar eine Effizienzrevolution wird für möglich gehalten und auch gefordert (Müller 2007). Denn „würde man die Logik der Effizienzsteigerung und Kostenminimierung noch konsequenter als bisher auch auf ökologische Aspekte anwenden, dann so die Hoffnung, wäre eventuell der erforderliche Material- und Energie-Input für Endleistungen, auf einem gleichbleibend hohen Konsumniveau, in möglichst kurzer Zeit um einen Faktor vier bis zehn zu verringern“ (Huber 1999, s. auch Schmid-Bleek, Weizsäcker/Lovins 1995, Weizsäcker 2010).

Besonders wichtige Handlungsfelder mit hohen Ressourceneffizienzpotenzialen wurden beispielsweise im Rahmen von MaRes (Materialeffizienz und Ressourcenschonung des BMUB, 2010) systematisch identifiziert:

**Sensorik:** z. B. Condition Monitoring von Material und Struktur, standardisierte elektronische Steuerungs- und Regelungselektronik, autonome verteilte Mikrosysteme

**Oberflächentechnologien:** z. B. Oberflächenveredelung, Oberflächenfunktionalisierungen mit Nanotechnologien, Optimierung tribologischer Systeme, neue Beschichtungstechnologien wie Plasma-/Vakuumtechnik

**Prozesstechnologien:** z. B. Reinigung mit Vibrationstechnik, Trocknungstechnologien wie IR-Trocknung, Simulationsmethoden, neuartige Umformtechnologien für Stahl, abfallfreie Verfahren (Null-Ausschuss-Produktion)

**Prozessintensivierungstechniken:** z. B. Mikroreaktionstechnik, Mikroverfahrenstechnik, neuartige Katalysetechniken, Kopplung bestehender Verfahrenstechnik mit biotechnologischen Prozessen

**Wassermanagement:** z. B. Membrantechnologie, Prozesswasserkreisläufe, dezentrales Wassernutzungsmanagement, Kopplung von Abwasser-, Abfall- und Energielösungen, energieautarke Kläranlagen, Abwärmenutzung des häuslichen und industriellen Abwassers

**Recyclinginfrastrukturen und -technologien:** z. B. Trennverfahren für komplexe Stoffverbünde, Recycling komplexer Produkte

**Werkstofftechnologien:** z. B. Werkstoffe mit hoher Funktionsintegration, Nutzung von Sekundärrohstoffen aus dem Erdbau, Nutzung der Werkstoffvielfalt für den Leichtbau

**Energiebereitstellung:** z. B. Energiespeichertechnologien und Speichermedien, Wärme- und Kältetechnik, organische Fotovoltaik, Ressourceneffizienz erneuerbarer Energien

**Verkehrstechnologien:** z.B. ressourceneffiziente neue Antriebstechnologien, Leichtbau

**Textiltechnologie:** z. B. Substitution von ressourcenintensiven Fasern, Einsatz von technischen Textilien im Leichtbau

**Informations- und Kommunikationstechnik:** z. B. ressourceneffiziente Rechenzentren, Server-Virtualisierung, Thin-Client-Lösungen, ressourceneffiziente breitbandige optische Netztechnologien, Next-Generation-TV-Geräte<sup>4</sup>.

Insgesamt zeigen neue Studien erhebliche Ressourceneffizienzpotenziale auf. Deren Erschließung ist aber unsicher, denn diese wird nicht unmittelbar durch das Vorhandensein der bloßen technischen Möglichkeit erreicht; vielmehr handelt es sich lediglich um Potenziale, deren Umsetzung offen und voraussetzungsvoll ist. Aus Transformationssicht muss nicht nur eine relative, sondern eine absolute Reduzierung des Ressourcenverbrauchs und der Schadstoffemissionen bewirkt werden. Wie realitätsnah ist eine solche Folgerung?

Hierzu zunächst einige indikative Zahlen:

In Deutschland konnte der Ressourceneinsatz vom Wirtschaftswachstum entkoppelt werden, insgesamt allerdings absolut nur in geringem Umfang.<sup>5</sup>Die Rohstoffproduktivität stieg in Deutschland zwischen 1994 und 2013 um 47,8 Prozent. Der Rohstoffbedarf sank aber nur um 17 Prozent. Ähnlich, aber

<sup>4</sup> Die Energie-Agentur IEA fordert in ihrem Bericht „More Data, less Energy“. Hintergrund ist die von der IEA diagnostizierte enorme Energieverschwendung.

<sup>5</sup> Die Rohstoffproduktivität stieg in Deutschland zwischen 1994 und 2013 um 47,8 Prozent. Ähnlich, aber abgeschwächt, steigt die Energieproduktivität seit Jahren kontinuierlich an. Damit entwickeln sich beide Indikatoren positiv. Bedeutsam für die Interpretation der Entwicklung der Rohstoffproduktivität ist auch, dass der Materialeinsatz zunehmend durch Importe gedeckt wird. Quantitativ relevant sind bei dieser Ver-

abgeschwächter, steigt die Energieproduktivität seit Jahren kontinuierlich an. Damit entwickeln sich beide Indikatoren zwar positiv. Die bisher realisierte Ressourceneffizienz bleibt weit hinter dem erreichbaren Effizienzpotenzial zurück. Zwar gibt es auf der Mikroebene und Mesoebene viele Beispiele für erfolgreiche Steigerungen der Ressourceneffizienz, diese übersetzen sich aber kaum in über den Trend hinausgehende Ressourceneffizienzerhöhungen. Deshalb kann das Ziel der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie, die Rohstoff- und Energieproduktivität bis 2020 gegenüber 1994 zu verdoppeln, bei der bisherigen Dynamik nicht erreicht werden. Eine absolute Senkung des Ressourceneinsatzes ist zukünftig nur dann möglich, wenn die Ressourceneffizienzsteigerung wesentlich höher als in den vergangenen Jahren ausfällt. Würden Materialien im gleichen Maße wie bisher immer effizienter eingesetzt, würde die Rohstoffproduktivität im Jahr 2020 rund 60 Prozent des Zielwertes erreichen (UBA 2015). Bedeutsam für die Interpretation der Entwicklung der Rohstoff- und Energieproduktivität ist auch, dass der Materialeinsatz zunehmend durch Importe gedeckt wird. Quantitativ relevant sind bei dieser Verlagerung insbesondere die gestiegenen Importe von metallischen Halb- und Fertigwaren sowie die Ablösung von heimischer Kohle durch importierte Energieträger. Die inländische Umwelt wird also weniger in Anspruch genommen und Umweltbelastungen, die mit der Entnahme von Rohstoffen und ihrer Weiterverarbeitung zu Halb- und Fertigwaren verbunden sind, werden in das Ausland verlagert (UBA 2008). Der abiotische Rohstoffeinsatz als Summe der inländischen Rohstoffentnahme und der Importe einschließlich der indirekten Importe ist zwischen 2000 und 2011 um 2,4 Prozent angestiegen (Bundesamt für Statistik 2014).

Deutlichere Fortschritte gibt es bei der CO<sub>2</sub>-Intensität in Deutschland. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sanken vor allem in den 1990er- und frühen 2000er-Jahren deutlich. Die abnehmende Energieintensität konnte die emissionssteigernde Wirkung des gesamtwirtschaftlichen Wachstums mehr als ausgleichen. Neben der sinkenden Energieintensität war es aber vor allem die zunehmende Bedeutung der emissionsarmen und emissionsfreien Energieträger (Erdgas und nach 2000 hauptsächlich erneuerbare Energien), was sich im veränderten CO<sub>2</sub>-Gehalt des Primärenergieverbrauchs niederschlägt. Trotzdem setzt sich die Tendenz nicht so fort. Die Gründe dafür sind vielschichtig. So wurde u.a. 2013 (gegenüber dem Vorjahr) durch das Heizen von Wohnungen und Häusern mehr Heizöl und Gas verbraucht, als Folge einzelner relativ langer und kalter Winter. Außerdem hat der Export von Strom zugenommen. Darüber hinaus gingen neue, lang geplante Kohlekraftwerke ans Netz. Andere, veraltete Kohlekraftwerke blieben wegen der niedrigen Brennstoffkosten weiterhin im Einsatz. „Dadurch erhöhte sich der Verbrauch von Braun- und Steinkohle. Dies wiederum lag vor allem am niedrigen CO<sub>2</sub>-Zertifikatspreis im europäischen Emissionshandel. Aber auch das Anziehen der Konjunktur führte zum Anstieg der Emissionen“ (BMUB 2015).

Betrachtet man diese Thematik global, stellt sich die Entwicklung wie folgt dar:

Ein neuer UNEP-Bericht (2014) zeigt, dass dem Anstieg der Materialentnahme im letzten Jahrhundert um den Faktor 8 eine Steigerung des BIP im Durchschnitt um das 23-fache gegenüber steht. Das bedeutet, dass weniger Material zur Bereitstellung der wirtschaftlichen Leistungen benötigt wurde und somit eine relative Entkopplung erreicht werden konnte. Der absolute Materialverbrauch allerdings stieg weiter an. Folgt man Langfristprognosen (Simonis 2004, Torras 2003) würde sich unter Status-quo-Bedingungen das Weltprodukt (GDP) bis zum Jahr 2050 um das 6,1 fache erhöhen. Das Ergebnis: Je nach Annahme über die Materialintensität der Sektoren müsste die Ressourcenproduktivität, d. h.

---

lagerung insbesondere die gestiegenen Importe von metallischen Halb- und Fertigwaren sowie die Ablösung von heimischer Kohle durch importierte Energieträger. Die inländische Umwelt wird also weniger in Anspruch genommen und Umweltbelastungen, die mit der Entnahme von Rohstoffen und ihrer Weiterverarbeitung zu Halb- und Fertigwaren verbunden sind, werden in das Ausland verlagert (UBA 2008).

der Output pro eingesetzter Materialeinheit jährlich um 3,2 bis 3,6 Prozent zunehmen, so dass der globale Materialdurchsatz gleich bleiben könnte (Simonis 2004). Bezüglich der Energieeffizienz ist festzustellen, dass sich Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch relativ entkoppeln. Die Energieintensität geht weltweit zurück, im Durchschnitt um 2,3 Prozent jährlich. Absolut steigt der Energieverbrauch aber an. Nach Prognose der Internationalen Energieagentur (IEA) braucht die Welt in knapp 25 Jahren (bis 2030) über die Hälfte mehr Energie als heute (IEA 2015).

### 2.1.3 Grenzen: Wirtschaftswachstum und Rebound-Effekte

Grenzen der Effizienzstrategie liegen im Wirtschaftswachstum und in Rebound-Effekten. Wirtschaftswachstum treibt den Energie- und Rohstoffverbrauch an und erhöht die Ressourceninanspruchnahme. Liegt die Erhöhung der Ressourcenproduktivität unter der Wirtschaftswachstumsrate ist nur eine relative Entkopplung möglich, der Ressourcenverbrauch würde absolut steigen. Effizienzsteigerungen können außerdem produktions- und konsumsteigernde Auswirkungen haben. Solche Rebound-Effekte schmälern erzielte Effizienzgewinne, können sie auch gänzlich aufheben. Das papierlose Büro ist ausgeblieben, der Verkehr wächst trotz Telekommunikation, die Hardwaremassenströme schwellen trotz Leistungssteigerung und Miniaturisierung der Informations- und Kommunikationstechnik an. Zu solchen Rebound-Effekten tragen verschiedene Mechanismen bei. Sie kommen insbesondere dadurch zustande, dass Effizienzverbesserungen preissenkende und einkommensstärkende und daher konsumsteigernde Wirkungen haben können. Außerdem können Effizienzfortschritte zu Zeitgewinnen führen, die sich wiederum in einen veränderten Konsum niederschlagen. Volkswirtschaften reagieren im Allgemeinen auf Effizienzerhöhungen mit einer Nachfrageausweitung (Binswanger 2001). Die Erschließung neuer Anwendungs- und Absatzmöglichkeiten trägt damit zu Kompensation von Effizienzgewinnen bei. Häufig führen Effizienzsteigerungen auch zu höheren Leistungsanforderungen, so dass sich nicht der Ressourcen-Input pro Produkt reduziert, sondern der Leistungs-Output erhöht (Hilty 2003, 2015).

Bislang weiß man recht wenig über Rebound-Effekte, entsprechend groß ist die Unsicherheit bei der Abschätzung der Auswirkungen von Ressourceneffizienzgewinnen auf volkswirtschaftliche Systeme. Ein Großteil der Studien stammt aus dem Energiesektor. Ein Review der bestehenden Studien zum direkten langfristigen Rebound-Effekt der Energieeffizienz in Haushalten ergab beste Schätzungen von jeweils 10-30 % für privaten Automobilverkehr und Heizung, 1-26 % für Kühlung und generell weniger als 20 % für andere Services wie Warmwasserbereitung (Sorrell et al. 2009). Rebound-Effekte können mit Hilfe von Input-Output-Modellen abgebildet werden. Thiesen et al. (2008) haben konkret den Rebound-Effekt von Preisdifferenzen in Ökobilanzen mit dieser Methode untersucht. Auch Tukker et al. (2006) bieten eine Basis zur Abschätzung der Umwelteffekte des indirekten Preis-Rebound-Effekts. Girod und de Haan (2010) haben Elastizitätswerte der Treibhausgasemissionen von Haushalten in Bezug zu vermehrten Haushalteinnahmen für die Schweiz veröffentlicht. Auf volkswirtschaftlicher Ebene wurden Rebound-Effekte mit Hilfe von makroökonomischen Modellen, oft ökonomischen Gleichgewichtsmodellen, untersucht (z. B. Barker et al. 2007). Die Abschätzung der Größe des Rebound-Effektes variiert bis dato erheblich und reicht von null bis fünfzig Prozent, das heißt, dass weniger als die Hälfte des technischen Sparpotenzials tatsächlich genutzt wird. Kaum bekannt sind die Effekte günstigerer Preise, infolge von Effizienzsteigerungen, auf die Konsumausgaben. Belastbare Daten und Fakten über die Größe dieser Rebound-Effekte liegen bis dato kaum vor. Fest steht, dass Rebound-Effekte keine vernachlässigbare Größe darstellen und Effizienzfortschritte erheblich schmälern. Effizienzmaßnahmen bringen längst nicht die beabsichtigte Ersparnis. Daher konterkarieren Rebound-Effekte die Effizienzziele von Wirtschaft und Politik (z. B. der Energiewende in Deutschland). So haben sich die Enquête-Kommission Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität und die

Enquête-Kommission Internet und Gesellschaft im Zusammenhang mit der „Green IT“ mit Rebound-Effekten befasst und ihnen bescheinigt „viel relevanter zu sein, als bisher in der Umweltdebatte angenommen“ (BT 2013). Damit gewinnt die Frage an Bedeutung, wie (umwelt)politisch Rebound-Effekte eingedämmt werden können (UBA 2016).

#### 2.1.4 Fazit

Grundsätzlich bestehen in der Wirtschaft noch erhebliche Effizienzpotenziale. Ihre Erschließung fällt hingegen sehr unterschiedlich aus. Zwar lässt sich ein relatives „De-coupling“ bzw. „De-linking“ – eine Ent- bzw. Abkopplung von der Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes (BIP) feststellen, absolut sind die Reduktionen aber gering. Vergleichende Länderstudien kommen zu Unterscheidungen nach „Vorreitern“, „Nachzüglern“ und „Sitzenbleibern“ (Simonis 2004). Dementsprechend muss eine weit höhere Ressourcenproduktivität erzielt werden, wenn Ressourceneffizienz als Transformationsstrategie für eine Green Economy eine starke bzw. absolute Entkopplung erreichen soll – wenn die globale Ökologie also wirklich entlastet werden soll (vgl. Simonis 2004, UNEP 2014). Ressourceneffizienz als Transformationsstrategie für eine Green Economy ist als absolute und nicht nur relative Umweltentlastung nur dann wahrscheinlich, wenn die Ressourceneffizienz Zunahme beschleunigt wird, also deutlich schneller als bis dato erfolgt. Aus Transformationsicht in Richtung einer Green Economy geht es dabei nicht nur um inkrementelle Verbesserungen, sondern um „Quantensprünge“ für einen schonenderen Umgang mit Ressourcen, die deutlich über dem Wirtschaftswachstum liegen und/oder geringe Rebound-Effekte erwarten lassen. Dies gilt insbesondere dort, wo sich neue Paradigmen im Umgang mit Ressourcen abzeichnen. Beispiele sind: Urban Mining, Non-destructive recycling, Null-Ausschuss-Produktion oder Green IT. Von ihnen kann eine starke gestalterische Kraft ausgehen, die über verschiedene Anwendungsfelder hinweg wirkt und Selbstorganisationsprozesse auslöst. Dadurch eröffnen sich neue Gestaltungsmöglichkeiten („windows of opportunity“) für eine effizientere Ressourcennutzung. Zu fragen ist also, welche weitergehenden Material-, Produkt- und Systeminnovationen möglich sind und wie diese erschlossen werden können (durch welche Akteure, Rahmenbedingungen, Governance etc.).

## 2.2 Konsistenz

Während es bei Effizienz in erster Linie um Mengenaspekte geht, also um weniger Rohstoff- und Energienutzung, hebt die Konsistenzstrategie auf eine „**qualitative Transformation der industriellen Stoffumsätze**“ (Huber 1999) ab, ist also stärker systemisch ausgerichtet.

### 2.2.1 Definition

Konsistenz bedeutet die umweltverträgliche Beschaffenheit von Stoffströmen. Konsistente Stoffströme sind solche, „die entweder weitgehend störlos im abgeschlossenen technischen Eigenkreislauf geführt werden, oder aber mit den Stoffwechselprozessen der umgebenden Natur so übereinstimmen, dass sie sich, auch in großen Volumina, relativ problemlos darin einfügen“ (Huber 1999). Konsistenz steht also für eine „metabolisch naturintegrierte industrielle Ökologie“. Damit zielt diese Strategie auf eine Veränderung der „Qualität“ der Energie- und Stoffströme ab. Alternativ wird auch der Begriff „Öko-Effektivität“ genutzt.

### 2.2.2 Transformationspotenziale

Handlungsfelder für eine Konsistenzstrategie liegen besonders dort, wo ökologische Grenzen erreicht sind, dies gilt insbesondere mit Blick auf globale, „planetare Grenzen“ (Rockstroem 2009). Vier von neun planetaren Grenzen sind durch den Einfluss des Menschen bereits überschritten: Klimawandel, Biodiversität, Landnutzung und biogeochemische Kreisläufe. Einige der Grenzen, die global noch nicht überschritten sind, übersteigen bereits regionale Toleranzlimits, etwa der Wasserverbrauch in Teilen Südeuropas, Asiens und des Mittleren Ostens. In Deutschland werden Wirkungsschwellen von Ökosystemen aufgrund versauernder und eutrophierender Stoffeinträgen des Niederschlags überschritten. Die derzeitigen Säure- und Stickstoffeinträge liegen für viele Ökosysteme über den Critical Loads. Bei bestimmten Grenzwertüberschreitungen werden Tipping Points vermutet mit oft plötzlichen und irreversiblen Reaktionen.

Vor diesem Hintergrund geht es darum, in ökologisch betroffenen Bereichen, konsistente Stoffströme herzustellen. Im Zuge der Nachhaltigkeitsdebatte sind vielfältige Ansätze zu verzeichnen, zum Beispiel

- Bionik, Biomimetik (Rechenberg 1973, von Gleich 1998)
- Ökologische Modernisierung (Jänicke 2006, Huber 1995)
- Management des industriellen Metabolismus (Ayres 1996, Simonis 1994)
- Cradle-to-Cradle (Braungart/McDonough 1999)
- Industrielle Ökologie (Graedel 1994, von Gleich 2010)
- Bioökonomie (Lahl 2012, BMBF 2014)

Die übereinstimmende Stoßrichtung der verschiedenen Konzepte liegt darin, grundlegende Technik- und Produktinnovationen herbeizuführen, die auf ein ökologisches „Re-Embedding“ abzielen.

Zu den wichtigsten Transformationsfeldern einer metabolisch besser naturintegrierten Wirtschaft gehören die Energieerzeugung, der Verkehrsbereich, die Landwirtschaft, Grundstoffindustrie und die Chemie. Auf besondere Handlungsbereiche machen verschiedene Studien und Aufsätze (Huber 1999, Simonis 2004, Schmidt 2008 etc.) aufmerksam, u.a.

- Erneuerbare Energien wie Solarenergie, Wind- und Wasserkraft, Geothermalenergie
- Brennstoffzellen in mannigfaltigen Anwendungen, von Kraftwerken bis Fahrzeugantriebe
- Wasserstoff-Technologien
- Dezentralisierte Mikroenergieerzeugung
- Industrielle Biotechnologie
- Ersatz gefährlicher Chemikalien
- Bio-Feedstocks
- Nanotechnologie
- Ökologische Landwirtschaft
- Verzicht auf persistente Stoffe

Die Beispiele machen deutlich, dass Konsistenz gegenüber bestehenden Pfaden vielfach radikale Innovationen verlangt, vielfach wird eine Substitution bestehender Technologien, Produkte oder Stoffe angestrebt, weshalb andere Technologien notwendig sind. Mit einer Konsistenzstrategie sind nicht nur technische Veränderungen verbunden, sondern große organisatorische Änderungen mit hoher Ein-



griffstiefe bei Design, Produktion, Distribution und Redistribution von Produkten. Konsistenz ist deshalb eine Strategie für einen technischen und wirtschaftlichen Strukturwandel mit weiteren Folgen für rechtliche, politische und kulturelle Veränderungen (Huber 1999). Ein Übergang zu einer naturintegrierten Wirtschaft muss offensichtlich mit Basisinnovationen einhergehen, die einen Paradigmenwechsel herbeiführen und breite Teile von Wirtschaft, Politik und Gesellschaft erfassen. „Energie- wende“, „Verkehrswende“, „Ernährungswende“, „Bioökonomie“ und „Low Carbon Economy“ sind aktuelle Beispiele für solche Transformationsfelder.

In einzelnen Bereichen macht sich die Konsistenzstrategie signifikant bemerkbar. So beispielsweise beim Abbau der Ozonkonzentration in der Stratosphäre. Durch das Verbot ozonzerstörender Substanzen ging deren Emission deutlich zurück, langsam auch die Konzentration in der Ozonschicht. Ein weiteres Beispiel ist das Verbot der als Dreckiges Dutzend („dirty dozen“) bekannten zwölf Giftstoffe (u. a. Pflanzenschutzmittel, Industriechemikalien und Nebenprodukte von Verbrennungsprozessen). Sie wurden durch die POP Konvention - bzw. das Stockholmer Übereinkommen (vom 22. Mai 2001) weltweit verboten. Im Energiesektor wurden die energiebezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen vom Wirtschaftswachstum entkoppelt. In 2014 wuchs die Weltwirtschaft um ca. drei Prozent, während die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Energiesektors konstant blieben. Neben dem Rückgang der Energieintensität ist diese Entwicklung auf die Expansion kohlenstoffarmer Technologien zurückzuführen. Erneuerbare Energieträger, wie z. B. Wind, Solar oder Wasserkraft, machten fast die Hälfte der in 2014 neu geschaffenen Stromerzeugungskapazität aus (IEA 2015).

### 2.2.3 Grenzen: Technologieumsetzung

Die Konsistenzstrategie besitzt ein hohes Transformationspotenzial für eine Green Economy. Allerdings ist die Eingriffstiefe in bestehende Strukturen und Systeme vielfach hoch, insbesondere dort, wo es um die Substitution bestehender Technologien und/oder Systeme geht, so dass die Konsistenzstrategie mit der Überwindung von Pfadabhängigkeiten und Blockaden konfrontiert ist (z.B. Feedstock-Change, regenerativ basierte E-Mobilität). Aus diesem Grunde wird argumentiert, dass der „vollständige und gleichwertige Ersatz aller derzeitigen Güter und Dienstleistungen in konsistenter Form derzeit noch Zukunftsmusik ist. Und darauf zu setzen, dass die notwendigen Technologiesprünge rechtzeitig stattfinden, bevor der Klimakollaps droht, die fossilen Ressourcen erschöpft sind oder die Artenvielfalt zerstört ist, ist hochriskant“ (Fischer, Griebhammer 2012). Tatsache ist, dass viele industrielle Stoffe bis dato nicht in die Natur als „Nährstoffe“ integriert werden können (Huber 1995, 146; Hartwig 2007, 200). Produkte, die nach dem „Cradle-to-Cradle“ Konzept (Braungart 2008) entweder als biologische Nährstoffe in biologische Kreisläufe zurückgeführt werden können oder als „technische Nährstoffe“ kontinuierlich in technischen Kreisläufen gehalten werden, sind bis dato die Ausnahme. Im Gegenteil durch den Trend zur Miniaturisierung und Leistungsintegration können viele Produkte immer schwerer stofflich verwertet werden. Durch die Komplexität der Wertschöpfungskette wird auch das Recycling schwieriger (Behrendt 2014). Dies ist beispielsweise bei vielen Technologiemetallen, die für Zukunfts- und Umwelttechnologien von besonderer Bedeutung sind, festzustellen. Die Erfassung und Sammlung von technologiemetallhaltigen Abfällen sowie die Einsteuerung dieser Abfälle in die dafür am besten geeigneten Recyclingketten ist heute völlig unzureichend.

Außerdem können ökologische Risiken und Nebenfolgen auftreten. Sie äußern sich beispielsweise in Form von Nutzungskonflikten für die zur Verfügung stehenden Räume und Flächen. So lässt sich ins-

besondere die Bodenfläche für Bioenergie und Biomasse insgesamt kaum ausweiten, ohne Nahrungsproduktion und Naturschutz zu gefährden (Unmüßig et al. 2012). Der Bau von Windkraftanlagen ruft Lärmprobleme und Nutzungskonkurrenzen hervor. Es ist demnach davon auszugehen, „dass eine knappe Ressource nicht ohne weiteres durch eine andere zu ersetzen ist.“ „Weltweit ist zum Beispiel das verfügbare Ackerland pro Person in den letzten Jahrzehnten von 0,45 ha auf weniger als 0,25 ha gesunken. Mehr noch: Je mehr Technik sich in Naturzyklen integriert, desto mehr wirken deren Rhythmen und Kapazitäten als eine Bremse für übersteigerte Leistungserwartungen“ (Unmüßig et al. 2012).

#### **2.2.4 Fazit**

Die Strategie der Konsistenz hat voraussichtlich das weitreichendste Transformationspotenzial. Indem mit ihr versucht wird, die Stoff- und Energieströme den natürlichen biogeochemischen Stoffkreisläufen und deren Funktionsprinzipien anzupassen, impliziert sie einen tiefgreifenden gesellschaftlichen Wandel (in ökologischen Problemfeldern wie Energie, Verkehr, Landwirtschaft, Chemie usw.). Die damit verbundenen Prozesse sind langfristig, „wegen des erforderlichen wissenschaftlich-technologischen Vorlaufs, wegen der nur langfristig erfolgenden Erneuerung oder Substitution von Kapitalstöcken, der Trägheit von Paradigmenwechseln ebenso wie Personalstrukturen, den Interessenkonflikten zwischen Platzhaltern und Neuerern, wegen der Notwendigkeiten gesellschaftlicher Bewertung und alltagspraktischer Assimilation, auch der Notwendigkeiten rechtlicher Regelungen“ (Huber 1999) und vieles mehr. Das Problemlösungspotenzial der Konsistenzstrategie hängt auch wesentlich davon ab, inwieweit es gelingt, die Prozesse so zu gestalten, dass ökologische Risiken und Nebenfolgen, Nutzungskonkurrenzen und Zielkonflikte früh erkannt und möglichst vermieden werden.

### **2.3 Suffizienz**

#### **2.3.1 Definition**

Unter Suffizienz, hier: „Öko-Suffizienz“ verstehen wir „Änderungen in Konsummustern, die helfen, innerhalb der ökologischen Tragfähigkeit der Erde zu bleiben, wobei sich Nutzenaspekte des Konsums ändern“ (Heyen et al. 2013: 7). Darunter werden diejenigen Schritte, Maßnahmen, Instrumente und Strategien von Individuen und Organisationen gefasst, mit denen Ressourcen durch Verhaltensveränderungen eingespart werden können, die mit der Absicht erfolgen, Energie und Rohstoffe anders zu nutzen und von ihnen weniger zu verbrauchen als bisher. „Eine Ressourcen schonende Lebensweise ist also das Ziel der Öko-Suffizienz.“ (Linz 2012: 75) Mit dieser Basisstrategie bestehen unmittelbare Anknüpfungspunkte bzw. Überschneidungen vor allem zu „anwenderbezogenen Pfadabhängigkeiten“ bzw. entsprechenden Möglichkeiten für einen Pfadwechsel in diesen Kontexten.

Der Suffizienzdiskurs zeichnet sich allerdings noch durch viele weitere Facetten aus: so wird Suffizienz oft mit dem Diskurs um ein „Gutes Leben“ (Schneidewind/Zahrnt 2013) in Verbindung gebracht oder als ein Konsummuster mit dem „rechtem Maß“ (Linz 2004) angesehen. Es findet demnach eine positive Bewertung sowohl eines qualitativ anderen Konsums als auch einer Reduktion von Konsum statt. Besonders greifbar wird dies durch die von Sachs entwickelten „4 Es“ (Entschleunigung, Entrümpelung, Entflechtung, Entkommerzialisierung), die von Schneidewind und Zahrnt aufgenommen werden (Schneidewind, Zahrnt 2013). Brischke ergänzt die 4 Es um ein weiteres E (Emanzipation). Gemeint ist die Befreiung von Überfluss, Beschleunigung und Entfremdung sowie die Emanzipation hin zu einer



„Wertschätzung für sich selbst und die Umwelt“ (Brischke 2014). Die Bereitschaft zu einem solchen suffizienten Lebensstil ist jedoch sehr voraussetzungsvoll und bislang nur in spezifischen Milieus, wie das der Postmateriellen, anschlussfähig (Kleinhüchelkotten 2005). Ein kultureller Wandel hin zu Suffizienz in der Gesamtgesellschaft wird daher unter derzeitigen Umständen als unrealistisch eingeschätzt (Linz 2012, Heyen et al. 2013). Daraus ergibt sich, dass ein verbreitetes Praktizieren von Suffizienz nicht allein dem Individuum überlassen werden kann. Die geforderten Änderungen in den Konsummustern müssen vielmehr durch politische Maßnahmen und Rahmenbedingungen bestärkt und gefördert werden (Linz 2012) (Schneidewind, Zahrnt 2013, Heyen et al. 2013). Politische Maßnahmen im Bereich Suffizienz umfassen vor allem: Deklarieren, Fördern, Verteuern, Regulieren und Verbieten. Suffizienzpolitiken erschöpfen sich demnach nicht allein in Ordnungspolitik, in finanziellen Belastungen, in Geboten und Verboten. Zu ihnen gehören ebenso das Setzen von Anreizen und die Förderung lebensfähiger Alternativen (z. B. Linz 2012, Linz 2015, Schneidewind, Zahrnt 2013).

Ein anderer Schluss hinsichtlich der Schwierigkeit eines kulturellen Wandels hin zu Suffizienz ist ein Suffizienzverständnis, welches die Suffizienzstrategie von einer individuellen Bewertungsebene abkoppeln möchte. Suffizienz soll demnach bewusst weltanschaulich neutral betrachtet werden und anstatt auf die Motivation oder die Bewertung von Suffizienz (also: Intrinsische Motivationen) auf die erzielten Suffizienzeffekte fokussieren („innerhalb der ökologischen Tragfähigkeit bleiben“, so Heyen et al. 2013). Dies betont die Dringlichkeit von Suffizienz, welche sich aus den Grenzen und Schwächen von Effizienz (Rebound) und Konsistenz (sehr langfristige Technologieentwicklung) ergibt, und die um suffiziente Nutzungsänderungen ergänzt werden müssen. Im Suffizienzdiskurs sollte jedoch die Definitionsebene von der Kommunikationsebene unterschieden werden. So ist es für die Anschlussfähigkeit von Suffizienz in der Gesellschaft durchaus sinnvoll ein positives Transformationsnarrativ, welches Vorteile eines ressourcenleichten Lebens herausstellt, zu kommunizieren (Heyen et al. 2013).

### 2.3.2 Transformationspotenziale

Ziel des Wirtschaftens ist die Befriedigung von Bedürfnissen der Menschen, die einem Wandel unterliegen und durch äußere, gesellschaftliche Umstände mitgeformt werden. Sowohl im historischen als auch im internationalen Vergleich wird deutlich, wie vielfältig sich die Bedürfnisse sowie die Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen entwickelt haben. In unserer sogenannten „Konsumgesellschaft“ (Stengel 2011) haben sich verschiedene Steigerungsdynamiken entwickelt, vor allem die „Beschleunigung“ vieler Aktivitäten und Prozeduren in der Wirtschaft (vgl. Rosa 2013), die auch den Stoffumsatz betreffen.

Indem alltägliche Verhaltensweisen diese Fehlentwicklung mit bewirkt haben, ist ein Umsteuern unmittelbar von den Gewohnheiten, Verhaltensroutinen und Motiven der Individuen und Organisationen sowie deren Veränderbarkeit und Veränderung abhängig. Dies zeigt sich u. a. bei der Einführung neuer technischer Systeme: so ist das Wunschbild von einem „papierlosen Büro“ nicht in Erfüllung gegangen.

Bei intendierten Verhaltensänderungen kommt es darauf an, den jeweiligen Aufwand („Transaktionskosten“) möglichst gering zu halten. Dazu ist es sinnvoll, den Aufwand im Sinne eines Spektrums bzw. einer Skala zu differenzieren. Heyen et al. (2013) haben dies am Beispiel von Nutzungsweisen eines Kühlschranks exemplarisch dargestellt. Deutlich wird dabei, dass mit höherem Aufwand auch höhere Einspareffekte erzielt werden können. Daraus kann der Schluss gezogen werden – wie die Autoren dies für die schrittweise Einführung von Rauchverboten erwähnen, dass sukzessives Vorgehen, beginnend möglichst mit erfolgversprechenden, spürbaren Entlastungen, sehr erfolgversprechend sei.

Der folgende Klassifizierungsvorschlag am Beispiel der Kühlgerätenutzung soll der Akzeptanzabschätzung dienen; er baut daher auf den Eingriffstiefen hinsichtlich des Nutzens auf:

An diesem Beispiel wird das Transformationspotenzial von Suffizienz in kleinem Maßstab beschrieben. Nach diesem Schema können „Suffizienzpotenziale“ je Gerätetypus bzw. Bedarfswelt oder auch je nach Individuum bzw. Organisation (kollektiv/gemeinschaftlich) kalkuliert werden. Vor allem bei Strategien und Maßnahmen für Suffizienz ist zu prüfen, inwieweit und mit welchen Aktivitäten eine breitere Diffusion, ein „mainstreaming“ suffizienter Verhaltensweisen in möglichst viele soziale Milieus und Bereiche erreicht werden kann. Im Zusammenhang mit industrieller Ökologie konstatiert Huber (2000): „Das Hauptproblem im Innovationsprozess liegt weniger in der Erfindung und Frühentwicklung neuer Technologien, als vor allem in der Einführung und allgemeinen Verbreitung.“

Die Umwelt besonders entlastende Verhaltensweisen sind bislang nur für die Bereiche Energie und Klimaschutz relativ gut untersucht worden. „Interessante Handlungsfelder für Suffizienz wären dort aus unserer Sicht der Pkw-Ersatz, das Stromsparen, die Ernährungsumstellung auf mediterrane Kost und die Wohnflächenreduktion. Sie gehören zu den „Top Ten“ der Energiesparmöglichkeiten im privaten Haushalt (Grießhammer et al. 2010). Zudem sind Pkw-Ersatz, Stromsparen und Ernährungsumstellung gesellschaftlich vergleichsweise anschlussfähig, Ernährungsumstellung hat zudem ein Potenzial für gesellschaftlichen Strukturwandel (Umstellung der Landwirtschaft). Wohnflächenreduktion dürfte auf mehr Widerstand stoßen und geringe Ausstrahlungswirkung haben, hat aber ein hohes Potenzial sowohl für individuellen als auch gesellschaftlichen Strukturwandel“ (Fischer/Grießhammer 2013).

Tabelle 1: Suffizienzstufen auf der Basis der Eingriffstiefe

	Empfundene Einschränkung bzw. Aufwand	Art der Änderung des Konsummusters	Beispiel
S1	Keine bis wenig	z.B. kleineres Gerät	Kühlschrank mit 3-Sterne-Fach (101 l/17 l) statt Kühl-Gefrier-Gerät (171 l/41 l)
S2	Mittel	z.B. Gerät mit weniger Komfort	Nur Kühlgerät ohne Gefrierfunktion
S3	Stark	z.B. zeitaufwendige Verhaltensmaßnahmen	Kühlschrank 4 Monate im Jahr nicht nutzen, Lebensmittel auf Balkon / vor dem Fenster kühlen
S4	Sehr stark	z.B. Verzicht auf Gerät, komplette Umstellung von Praktiken	Gar kein Kühlschrank, dafür häufiger / andere Lebensmittel einkaufen; einmachen / konservieren...

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von Heyen et al. 2013

### 2.3.2.1 Suffizienzpotenziale

Positive Effekte im Zusammenhang mit Aktivitäten und Maßnahmen der Suffizienz sind bislang für Einzelfälle und auf individueller Ebene (Haushalt) vorgenommen worden. Eine allgemeine Einschätzung

der Potenziale ist derzeit noch schwer möglich. Ansätze für eine bessere Gestaltung von Suffizienzmaßnahmen liegen bereits vor.

Während die Basisstrategie Suffizienz früher in Bezug auf persönliche Lebensweisen thematisiert wurde, erhält sie inzwischen mehr strukturelle, strategische Bedeutung (z. B. ressourcenschonende Lebensstile, Entschleunigung). Dabei wird Suffizienz als Bereich politischer Gestaltung erachtet und es werden konkrete Suffizienzpolitiken diskutiert. „So führt (aller Voraussicht nach) nichts an einer verordneten Nachhaltigkeit und damit einer verbindlich gemachten Suffizienz vorbei (...).“ (Linz 2013, S. 47)

Von einer Suffizienzpolitik prinzipiell förderbare Handlungen (Heyen et al. 2013) sind im Folgenden beispielhaft aufgeführt, aufgeteilt in drei Bereiche:

#### 1) *Suffiziente Handlungen auf Verbraucher-Ebene:*

- ein Weniger an (ressourcenintensiven) Gütern und Güternutzung:
  - vollständiger Verzicht auf bestimmte Güter (z.B. Autobesitz, Fernreisen)
  - Reduzierung der Menge bestimmter Güter (z.B. Fleisch, Fernsehgeräte)
  - seltener Nutzung von Gütern (z.B. des Autos, des Fernsehers)
- evtl. Ersatz durch qualitativ andere, umweltfreundlichere Güter (z.B. Rad statt Auto)
- Wahl einer Variante des (gleichen) Gutes mit einem Weniger an Größe, Funktionen oder Komfort (z.B. kleinerer Fernseher, kleinere Wohnung, Auto ohne Klimaanlage)
- Eigenproduktion, wenn ökologisch vorteilhaft (z.B. ökologischer Gemüseanbau im Garten)
- gemeinsame Nutzung, wenn ökologisch vorteilhaft (z.B. Nachbarschaftsauto)
- verändertes, umweltfreundlicheres Nutzungsverhalten (z.B. max. 120 km/h auf Autobahn)
- Verlängerung der Nutzungsdauer, wenn ökologisch vorteilhaft (z.B. Handy, Kleidung)

#### 2) *Suffizienzerleichternde Handlungen auf Unternehmensebene:*

- Angebot und Bewerbung umweltfreundlicherer Güter mit veränderten Nutzenaspekten (z.B. Produktion eines kleinen Geräts und günstige Platzierung im Geschäft)
- Nutzen-statt-Besitzen-Angebote für eine intensivere Nutzung (z.B. Werkzeugverleih)
- Herstellung von Gütern mit längerer Haltbarkeit bzw. Angebote, die eine längere Nutzung ermöglichen (z.B. günstige Reparatur und auswechselbarer Akku beim Laptop)
- Reduzierung der neu angebotenen Güter pro Jahr (z.B. Mode-Kollektionen)
- Bereitstellung von Umweltinformationen (z.B. absoluter Energieverbrauch einer Kühltruhe)
- Setzen entsprechender Anreize bei Mitarbeitern (z.B. BahnCard statt Dienstwagen)

#### 3) *Suffizienzerleichternde Handlungen Dritter (z.B. Verbände, Initiativen, „Prosumenten“):*

- Bereitstellung von Angeboten, die suffizientes Handeln erleichtern (z.B. Verleihladen)
- Durchführung von Kampagnen, Bereitstellung von Informationen, Vergabe von Labels

Grundsätzlich sollten Suffizienz-Maßnahmen „eingebettet werden in einen Policy-Mix mit Effizienz- und Konsistenz-Maßnahmen“ (Heyen et al. 2013). Dementsprechend weist auch Linz darauf hin, be-

zugleich auf das Beispiel suffiziente Regelung der Raumwärme, dass „zwischen Effizienz und Suffizienz, keine Konkurrenz entsteht. Effizienz will die falsche Nutzung der physischen Ressourcen verändern, Suffizienz die falschen Denkansätze“ (Linz 2013). Je nach Praxisbereich, Herausforderungen, dominanten Handlungsmustern und Akteurskonstellationen kann es sowohl zu sich ergänzenden Entwicklungen in Richtung Green Economy kommen, aber auch zu Konflikten zwischen den drei Basisstrategien. Dies bezieht sich auf alle Handlungsebenen (Individuen, Organisationen/Unternehmen, staatlich-administrative Ebenen), insofern mit den Basisstrategien jeweils unterschiedliche Präferenzen und entsprechend unterschiedliche Entscheidungen, Handlungen und Effekte verbunden sind.

Im Rahmen eines aktuellen Projektes über den Bereich „Energiesuffizienz“ analysiert ein Team des ifeu verschiedene Energiesuffizienz-Strategien und -Instrumente als komplementäre Ergänzung zu Energieeffizienz und Konsistenz auf den Ebenen Geräte, Haushalte sowie urbane Dienstleistungen und Infrastrukturen. Letzteres erfolgt vor allem, um zu prüfen, wie diese „zu suffizienten Praktiken und Alltagsroutinen in Haushalten und zu suffizienten urbanen Lebensstilen beitragen können“ (Schmitt et al. 2015).

Dabei werden drei prinzipielle Suffizienzansätze unterschieden: Reduktion, Substitution und Anpassung:

*„**Reduktion:** Quantitative Verringerung des Techniknutzens, nach Bewusstmachung der tatsächlich benötigten Bedarfe und Entlastungen, durch verringerten Technikgebrauch (weniger fernsehen) oder bewusste Entscheidungen bei Geräteausstattung (kleinerer Fernseher) oder Haushaltsproduktion (Kleidung seltener waschen).“*

***Substitution:** Qualitative Veränderung von sozialen Praktiken und Alltagsroutinen im Haushalt, die Nutzen mit hohem Aufwand an technischer Energie liefern hin zu Arten des Nutzens mit geringerem Aufwand an technischer Energie (Wäscheleine statt Wäschetrockner, frische Nahrung statt Tiefkühlgerichte, Innenstadt-Wohnung statt Eigenheim am Stadtrand).*

***Anpassung:** Bewusste Anpassung der gelieferten technischen Dienstleistung an den angeforderten Techniknutzen (bspw. Anpassung der beheizten Herdplattenfläche an die Topfgröße) oder Anpassung des Technikgebrauchs an den tatsächlichen Bedarf (modulare Abschaltung von nicht genutztem Kühlvolumen). Der Ansatz kann mittels technischer Sensoren und Automatismen oder auch durch „nudging“ unterstützt werden - und damit ohne umfassende Bewusstmachung – erfolgen. Damit ist die Anpassung vor allem eine Verringerung von Überfluss bzw. unnötigem Energieverbrauch.“*

(Schmitt et al. 2015, S.8)

Wichtig in Bezug auf die Umsetzbarkeit von Suffizienzmaßnahmen ist gemäß der bisherigen Erkenntnisse des Projektes zur Energiesuffizienz die kommunale Ebene, denn „Kommunen als direkte erste politische Ebene über den Haushalten spielen eine wichtige Rolle für die Gestaltung der Rahmenbedingungen, in denen BürgerInnen handeln“. Kommunen können „über ordnungsrechtliche Rahmenbedingungen beispielsweise durch Parkraumbewirtschaftung (Suffizienz bestärken) und den Bau von Radwegen (Suffizienz ermöglichen) direkt Handlungsoptionen der BürgerInnen beeinflussen.“ Über kommunale Unternehmen können öffentliche Dienstleistungen allen BürgerInnen in gleicher Weise

zugänglich gemacht werden und dadurch zu einer größeren Unabhängigkeit vom Markt beitragen. (Schmitt et al. 2015)

Handlungsfelder und Kategorien von kommunalen Suffizienzmaßnahmen, welche in deutschen Kommunen identifiziert werden konnten:

Tabelle 2: Handlungsfelder mit Kategorien

Mobilität	Bauen und Wohnen	Konsum und Ernährung	Strom-/Energiesparen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motorisierten Individualverkehr (MIV) verringern/klimafreundlicher gestalten</li> <li>• Carsharing</li> <li>• Radverkehr stärken</li> <li>• Fußverkehr stärken</li> <li>• ÖPNV/SNV stärken</li> <li>• Mobilität</li> </ul> <p>Sonstige</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächensparendes Wohnen</li> <li>• Reduktion von Neubauplänen</li> <li>• Nutzungsmischung</li> <li>• Energiearme Freizeitangebote</li> <li>• Verdichtung</li> <li>• Bauen und Wohnen</li> </ul> <p>Sonstige</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbst produzieren/anbauen</li> <li>• Klimafreundliche Ernährung (Regionale und saisonale Produkte, Fleischarme/-freie Ernährung, Bioprodukte und/oder klimafreundlicher Transport von Lebensmitteln)</li> <li>• Klimafreundlicher Einkauf (klimafreundliche Produkte, klimafreundlicher Transport von Produkten)</li> <li>• Tauschen und Teilen</li> <li>• Langlebigkeit von Produkten/Reduktion von Abfall</li> <li>• Konsum und Ernährung</li> </ul> <p>Sonstige</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wettbewerbe</li> <li>• Beratung/Information</li> <li>• Strom-/Energiesparen</li> </ul> <p>Sonstige</p>

Quelle: Schmitt et al 2015, S. 18

Neben diesen Handlungsfeldern wurde des Weiteren herausgearbeitet, dass Bürgerinnen und Bürger in suffizienten Praktiken bestärkt (encourage), einbezogen und motiviert (engage) werden sollten. Darüber hinaus sind Praxisbeispiele mit unmittelbar erfahrbaren Erfolgen, also mit einer deutlich beispielgebenden Wirkungsweise (exemplify) ebenfalls zu empfehlen (Schmitt et al. 2015). Zudem wurde festgestellt, dass Suffizienzmaßnahmen erfolgreich konzipiert und umgesetzt werden können, wenn sie als wichtiges Handlungsfeld für den Klimaschutz erkannt werden:

„Kommunen, die sich das Ziel einer Halbierung des Energieverbrauchs und einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 95 % bzw. einer 2000-Watt-Gesellschaft bis 2050 setzen, um daraus notwendige Veränderungen und Maßnahmen abzuleiten, erkennen in den meisten Fällen den Stellenwert der Suffizienz und haben hierzu die ambitioniertesten Maßnahmen unter den verglichenen Konzepten“ (Schmitt et al. 2015).

Als in dieser Hinsicht besonders gelungenes Beispiel kann die Stadt Zürich angeführt werden, die seit 2008 das Ziel einer „2000-Watt Gesellschaft“ verfolgt. Suffizienz wird zur Erreichung dieses Ziels als noch wichtiger als Effizienz und Konsistenz angesehen und soll als „handlungsleitendes Prinzip in bestehende Strategien, Leitbilder und Prozesse einfließen.“ (Schmitt et al. 2015). Folgende Instrumente zur Förderung von Suffizienz werden in Zürich verfolgt: 1) Lobbying bei Bund und Kantonen, 2) Vorschriften, regulative und preisliche Maßnahmen, 3) Infrastruktur und Beschaffung, 4) Vorbildwirkung der Stadt, 5) Bildung, Kommunikation und Kampagnen, 6) Angebote (z. B. Flächen für Urban Gardening ausweisen).

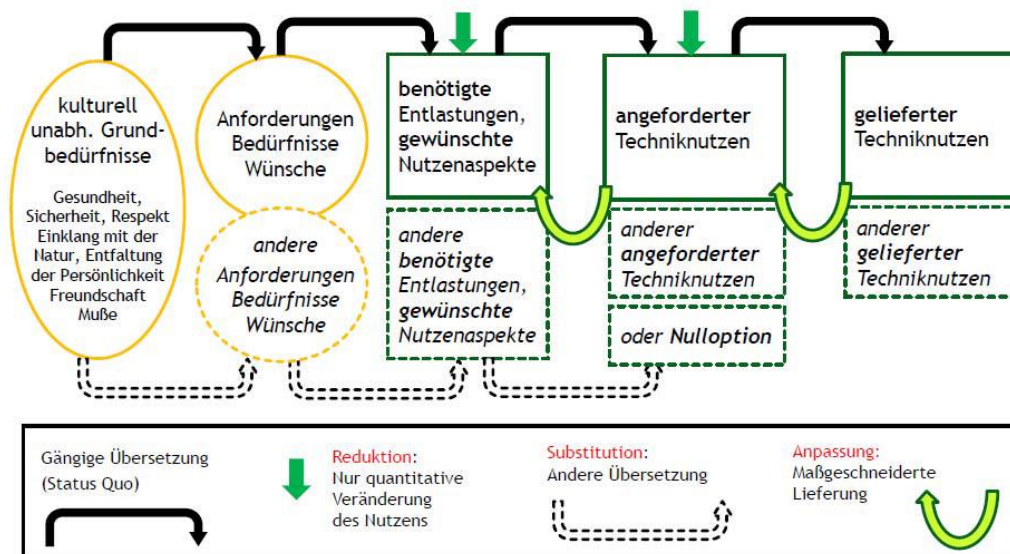


Abbildung 2: Wirkungskette von Anforderungen, Bedürfnissen und Wünschen hin zum gelieferten Techniknutzen sowie Angriffspunkte für Reduktion, Substitution und Anpassung

Quelle: Wirkungskette von Anforderungen, Bedürfnissen und Wünschen hin zum gelieferten Techniknutzen sowie Angriffspunkte für Reduktion, Substitution und Anpassung, Schmitt et al, 2015, S.11

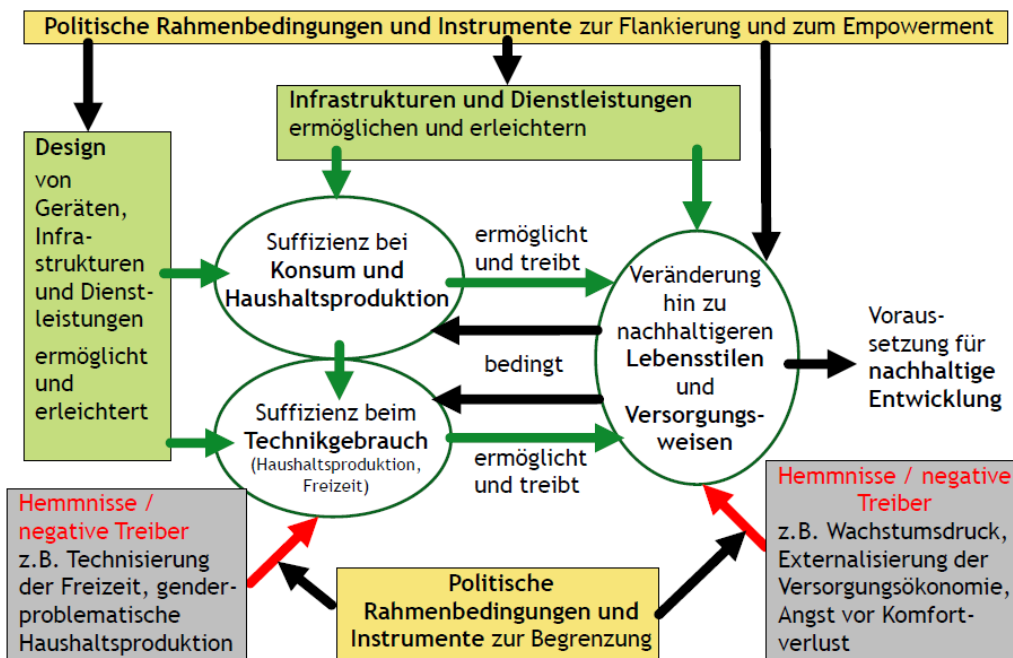


Abbildung 3: Ansatzpunkte und Zusammenhänge bei der Suffizienz privater Haushalte

Quelle: Ansatzpunkte und Zusammenhänge bei der Suffizienz privater Haushalte, Schmitt et al. 2015, S.10

### 2.3.3 Grenzen: Anschlussfähigkeit

Ansatzpunkt für die Anschlussfähigkeit von Suffizienzmaßnahmen sind die grundlegenden Bedürfnisse von Menschen. Im Zusammenhang mit Wohlstand sind dies drei Typen: „Güter-, Zeit- und Beziehungswohlstand“ (Linz 2013). Diese Differenzierung gilt es auch bei der Untersuchung und Einschätzung heutiger Potenziale und künftiger Entwicklungen zu berücksichtigen. Im Einzelnen heißt dies konkret: „Zum Haben gehören die objektiven Lebensbedingungen wie Nahrung, Kleidung, Wohnung, Bildung, Einkommen, Arbeitsbedingungen, Gesundheit; zum Lieben die soziale Zugehörigkeit, persönliche Beziehungen, soziale Aufgaben; und zum Sein die Selbstverwirklichung, die Möglichkeit und Fähigkeit, sich erreichbare Ziele zu setzen, die Beteiligung an den für das Leben wichtigen Entscheidungen, und für viele sicher auch ein angemessenes Niveau von Alltagskultur und Kunst“ (Linz 2013).

In Bezug auf das Erreichen einer „Green Economy“ ist unmittelbar nachvollziehbar, dass der Typ „Haben“ von größter Bedeutung ist. Dieser zieht ökologische Negativeffekte nach sich und besitzt daher prinzipiell Potenzial zur Minimierung. Hinzu kommt, dass Suffizienz-Strategien „Vorsorge-Handeln auf Grund erkennbarer Anfänge von Schädigungen und spürbarer Anzeichen zukünftiger Großgefahren“ darstellen (Linz 2013).

Mehr noch als die beiden anderen Basisstrategien für eine nachhaltige Entwicklung setzt die Suffizienzstrategie mehr oder weniger deutliche Veränderungen der Denk- und Verhaltensmuster sowohl bei Individuen als auch Organisationen in verschiedenen Bereichen und Ebenen voraus und erfordert entsprechenden Umgang mit hohen „Transaktionskosten“. Die Suffizienzstrategie bedarf daher eines weitgehend partizipativen Vorgehens und ist als bottom-up-Ansatz anzusehen, weil mit einer Veränderung der Lebensweise viele Alltagsgewohnheiten in Frage gestellt und bewusst verändert werden



müssen. Im Sinne einer weiteren Ausbreitung und Transformation zu Nachhaltigkeit wären diese Aktivitäten durch angemessene politische Maßnahmen zu flankieren und zu unterstützen.

Im Einzelnen sind es beispielsweise die folgenden fünf Hemmnisse, die suffiziente Verhaltensweisen erschweren und aufwändig erscheinen lassen (nach Stengel 2011):

- Barriere 1: Der Primat der individuellen Rationalität
- Barriere 2: Das materialistische Welt- und Selbstbild
- Barriere 3: Die Praxis der Majorität
- Barriere 4: Die Abgabe der Verantwortung
- Barriere 5: Verheißungen der Konsumgesellschaft

Diese und weitere Faktoren und Rahmenbedingungen können zusammengenommen als Umstände angesehen werden, die hier eine „Pfadabhängigkeit“ erzeugen und stabilisieren bzw. reproduzieren. Aufgrund dieser Hemmnisse und Barrieren sind Verhaltensänderungen, hier die Änderung von Konsummustern und damit letztlich auch „Pfadwechsel“ sehr voraussetzungsvoll, eher unwahrscheinlich und selten zu beobachten.

#### **2.3.4 Fazit**

Die Strategie der Suffizienz hängt unmittelbar mit kulturellem Wandel und Einstellungsveränderungen („Wertewandel“) in Teilen der Gesellschaft zusammen sowie mit Engpässen und spürbaren Kostenveränderungen – bis hin zu Katastrophen, die die Handlungsbereitschaft meist deutlich steigen lassen. Die jeweils sich ergebende Lebensgestaltung, und damit auch die Nutzung bzw. der Konsum von Produkten, Ressourcen und Energie, ist auf das jeweils individuelle und milieuspezifische Normale bezogen. Das Transformationspotenzial kann punktuell hoch sein (z. B. Moden im Ernährungsverhalten), ist im gesellschaftlichen Durchschnitt jedoch eher begrenzt, wandelt sich eher langsam und lässt sich nur schwer beeinflussen (demografischer und soziokultureller Wandel, z. B. Wohnungsgröße und -ausstattung, Mobilität). Verhaltensänderungen erfolgen nur unter bestimmten Voraussetzungen und Bedingungen (z. B. Werbung), deren gezielte Steuerung bzw. Beeinflussung höchst unsicher bzw. unklar ist. Hierbei geht es auch um individuelle und gemeinschaftliche Lernprozesse, die weniger kognitiver als vielmehr emotionaler Natur sind. Das Problemlösungspotenzial der Suffizienzstrategie ist in manchen Bereichen hoch (z. B. Energienutzungsverhalten, Ernährung, Mobilität, allgemein umweltbewusstes Konsumverhalten), doch hängt deren Ausschöpfung wesentlich davon ab, inwieweit es gelingt, einen alltagsnahen kulturellen Wandel sowie flankierende Prozesse effektiv zu gestalten.



## 3 Stellenwert für Transformation zur Green Economy

### 3.1 Beiträge der Strategien zur Entwicklung einer Green Economy

Die Beiträge, die die Strategien – Effizienz, Konsistenz und Suffizienz – zur Entwicklung einer Green Economy leisten können, sind unterschiedlich.

Die Effizienz-Strategie ist mit dem Ziel der Umweltentlastung und Ressourcenschonung nur vereinbar, wenn der jährliche Effizienzgewinn größer als das Wirtschaftswachstum ist – eine erhebliche Herausforderung an Technologien. Zwar findet eine Effizienzsteigerung als immanenter Prozess kapitalistischer Marktwirtschaft immer statt, aber die Potenzialausschöpfung könnte bzw. sollte künftig noch größer und beschleunigter ausfallen. Das Potenzial beispielsweise mit Blick auf Rohstoff- und Energieproduktivität in Deutschland dürfte bei 2 bis 4 Prozent pro Jahr liegen, weitergehende Effizienzgewinne sind äußerst ambitiös. Die Auswirkungen auf die Höhe der absoluten Reduktion der Stoff- und Energieströme liegt geschätzt in der Größenordnung von 10-20 Prozent (im Laufe von 20 Jahren). Effizienzsteigerungen schaffen „Zeitgewinne“ in mittlerer Perspektive, auf längere Sicht erweist sich Effizienz alleine als „nicht nachhaltig“ (Huber 1999).

Die Konsistenz-Strategie erstreckt sich vor allem auf die Erschließung von neuen Technologien, deren Stoffströme ‚konsistenter‘ mit natürlichen Prozessen sind. Das Umweltentlastungspotenzial lässt sich schwer abschätzen, dürfte aber grob bei 50 bis 80 Prozent liegen. Es müssen aufgrund tiefgreifender, struktureller Veränderungen, in dem alte Technologien abgelöst und neue Technologien etabliert werden, lange Zeiträume (30 bis 100 Jahre) für die Erschließung angenommen werden.

Die Suffizienz-Strategie setzt auf Bewusstseinswandel und Lebensstile, die dem Prinzip der ökologischen Bedürfnisbefriedigung folgen, aber auch Genügsamkeit und Selbstbegrenzung sowie andere Maßstäbe an Lebensqualität und Sinn des Lebens umfassen. Im Kontext einer Green Economy, die in den gängigen Vorstellungen wachstumsbasiert ist, geht es primär um einen „anderen“ Konsum. Hingegen ist der mögliche Stellenwert eines „geringeren“ Konsums im Konzept der Green Economy noch auszutarieren (Fragestellung: Anderer Konsum oder weniger Konsum?). Das Umweltentlastungspotenzial hierzu lässt sich ebenfalls schwer beziffern. Schätzungen gehen von einem Umweltentlastungspotenzial von 10 bis 40 Prozent aus (Huber 1999). Auch hier müssen lange Zeiträume für die Erschließung angenommen werden.

Tabelle 3: Effizienz, Konsistenz und Suffizienz im Vergleich

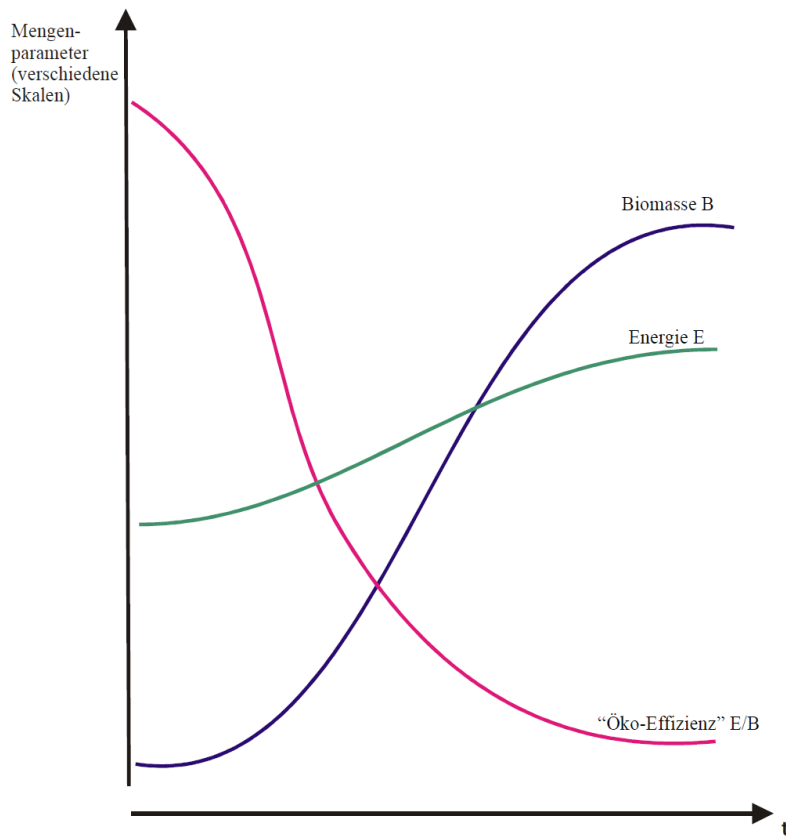
Strategie	Anschlussfähigkeit	Impact: Beitrag zur Transformation	Potenzial
Effizienz	Hoch, Wirtschaftslogik	Inkrementell, Rebound-Effekte	10-20 %
Konsistenz	Hohe Eingriffstiefe, große Widerstände	Langfristig hoch wegen naturnaher Stoffstromqualität	50 -80 %
Suffizienz	Geringes sozio-kulturelles Anschluss- und Resonanzpotenzial	Langfristig hoch bei veränderten Konsum Einstellungen	10-40 %

Quelle: eigene Abschätzungen auf Basis von Huber 1999

### 3.2 Strategien aus zyklusanalytischer und produktionstheoretischer Sicht

Der zyklusanalytische Ansatz ist geeignet, die Frage nach dem Stellenwert der drei Strategien weiter zu vertiefen. Huber (1999) zieht zur Analyse den Lebenszyklus eines Organismus oder eines Ökosystems heran. Aus den Wachstumskurven leitet er zwei Erkenntnisse ab: „Erstens der absolute Umsatz wächst durchweg, erst beschleunigt, dann verlangsamt. Im Lebenszyklus eines in die Geo- und Biosphäre eingelassenen Systems, solange der Zyklus anhält, gibt es keine absolute Reduktion der Mengen oder Bestandsvolumina, allenfalls marginal in einer späten Erhaltungs- oder Niedergangsphase. Zweitens, die Produktivität (= Stoffproduktivität = Öko-Effizienz) nimmt im Entwicklungs- und Wachstumsverlauf zu "... der spezifische Aufwand (Umsatz x,y,z pro Einheit Produkt) nimmt spiegelbildlich zum Größenwachstum ab (vgl. Abbildung 4).

Abbildung 4: Entwicklung von Ökosystemen und Organismen



Wachstum der Biomasse; E: Änderung des Energieflusses; E/B: Ökoeffizienz.

Quelle: Huber 1999

Diese Grundaussagen gelten für industrielle Systeme in gleicher Weise, wie eine Vielzahl von Studien nahelegt (vgl. Huber 1999; Grübler 1994). Huber zieht daraus den Schluss: „Einen Konsistenz-Ansatz verfolgen heißt, erstens auf beschleunigten Strukturwandel und die beschleunigte Innovation neuer Systemzyklen hinzuwirken. Der Effizienz-Ansatz bedeutet, zweitens den nachfolgenden Entfaltungs- und Wachstumsverlauf im Rahmen des Möglichen gezielt zu beschleunigen. Suffizienz ergibt sich schließlich drittens als die organische Wachstumsgrenze eines System-Lebenszyklus“.

Schmidt ergänzt diese Überlegungen aus produktionstheoretischer Sicht: „Will man mit Suffizienzmaßnahmen einen geringeren Aufwand erreichen, so muss zwangsläufig der Ertrag reduziert werden – und zwar proportional zu dem reduzierten Aufwand. Effizienz- und Konsistenzstrategien setzen dagegen eine Ertragsreduzierung nicht voraus. Die Effizienzstrategie stößt aber „irgendwann“ an die Grenze des Technikkorridors. Neue Technikkorridore sind deshalb notwendig, die einen „Qualitätssprung zur Konsistenz“ ermöglichen. Der Ressourcenverbrauch pro Nutzeneinheit wäre dann nicht um Faktor 4 oder 10 kleiner, sondern einen Faktor 100 oder 1000 – das wäre dann, wie in der folgenden Abbildung illustriert – der Qualitätssprung hin zur Konsistenz (Schmidt 2008).

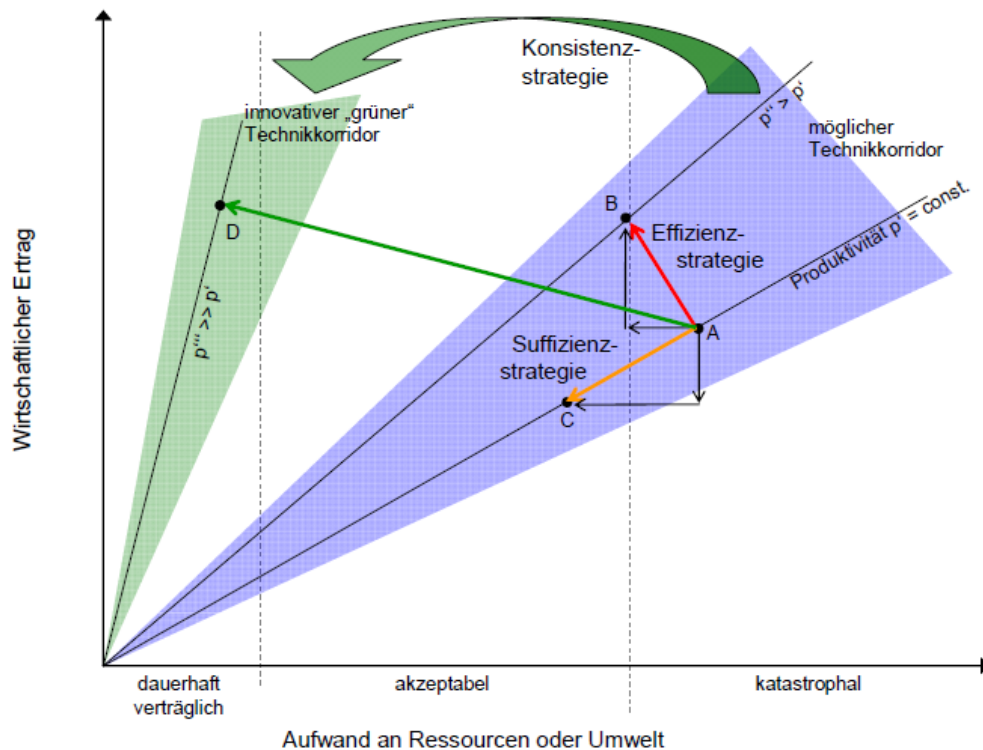


Abbildung 5: Strategien aus produktions-theoretischer Sicht

Quelle: Schmidt 2008

### 3.3 Komplementarität der Strategien

Da die Strategien sehr unterschiedlich sind, auch unterschiedliches leisten, macht es wenig Sinn nur auf eine Strategie zu setzen (z. B. nur Effizienz-Revolution oder nur Suffizienz-Revolution). Es wäre aber auch zu einfach alle Strategien gleich zu setzen, nach dem Motto, „jeder Beitrag ist willkommen“. Vielmehr sind die Strategien komplementär (Huber 1999; Linz 2013; Heyen et al. 2013). Es handelt sich dabei nicht um drei getrennt, nebeneinander stehende Strategien, sondern um interdependente Strategien, die aufeinander abzustimmen sind.

Effizienz, Konsistenz und Suffizienz „haben verschiedene Auswirkungen sowohl auf die Mengen als auch auf die Arten und Weisen des industriellen Metabolismus, und sie haben dies in unterschiedlichen Zeithorizonten“ (Huber 1999). Das liegt insbesondere daran, dass ihre Anschlussfähigkeiten sehr unterschiedlich sind. Am anschlussfähigsten ist die Effizienzstrategie, die Konsistenzstrategie stößt auf erhebliche Pfadabhängigkeiten und Barrieren. Die Suffizienz-Strategie besetzt unter den drei Nachhaltigkeitsstrategien bis dato die schwächste Position. Im Green-Economy-Diskurs spielt sie faktisch keine Rolle, auch im Green-Tech-Atlas für Deutschland (BMUB 2014) wird sie nur am Rande behandelt. Die Suffizienzstrategie konfliktiert mit Interessen von Konsumenten, Politik und Unternehmen (Schmidt, I; Winterfeld 2007; Bilharz 2008). Nachhaltiges Wirtschaften ist aber ohne nachhaltigen Konsum wiederum nicht vorstellbar. Daher stellt sich die Frage, welchen Beitrag sie tatsächlich zu einer Green Economy, weiter gefasst zu einer nachhaltigen Entwicklung leisten kann (weniger Konsum oder anderer Konsum?).

Trotz offener Fragen dürfte mit Blick auf eine Green Economy „eine Gesamtstrategie der abgestuften Optionen das Beste sein“ (Huber 1999), die erstens auf einen wirtschaftlichen Strukturwandel hinwirkt (Konsistenz), zweitens die Erschließung bestehender Effizienzpotenziale ausschöpft (Effizienz) und drittens sich schließlich in gewissen Konsumgrenzen/-qualitäten (Suffizienz) bewegt. Den Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft kann man sich daher nur mehrgleisig vorstellen: „durch eine Neuerfindung der technischen Mittel und durch eine Orientierung an Lebensqualität statt an der Gütermenge“ (Sachs 2008).

### 3.4 Begrenzung von Rebound-Effekten

Strategien zur Green Economy ohne die Berücksichtigung von Rebound-Effekten sind unvollständig. Ansonsten besteht die Gefahr, dass das Schwungrad zunehmender Produktion und Konsumtion nicht nur unangetastet bleibt, vielmehr ist zu vermuten, dass es noch beschleunigt wird. Transformationspfade ohne die Berücksichtigung von Rebound-Effekten sind daher prekär. Grundsätzlich hat die Entwicklung von Transformationspfaden diesen komplexen Wirkungsmechanismen Rechnung zu tragen, um gravierende Fehleinschätzungen zu vermeiden und richtungssichere Schlüsse zu ziehen. Allerdings sind die Zusammenhänge komplex, vielschichtig und überlagern sich, was mit dazu beitragen mag, dass der Begriff geradezu „inflationär“ gebraucht wird.

Damit von Rebound-Effekten gesprochen werden kann, muss eine Kausalität zwischen Effizienzsteigerung und Mehrproduktion oder Mehrkonsum existieren. Zumindest ist der Rebound-Effekt im Kontext mit einer Absicht oder Erwartung einer Effizienzsteigerung zu sehen. Hilty (2004) spricht von einem Rebound-Effekt, wenn eine Effizienzverbesserung mit der Absicht vorgenommen wird, den Input zu senken, und diese Wirkung dann nicht eintritt. Stattdessen wächst der Output. Dies ist ein typischer Rebound-Effekt (Hilty 2003). Wird eine Effizienzverbesserung dagegen mit der Absicht vorgenommen, den Output zu steigern und gelingt dies, ist dies ein beabsichtigtes Wachstum und demzufolge auch kein Rebound-Effekt. Nicht als Rebound-Effekte sind auch solche Phänomene zu bezeichnen, die zwar der Effizienzmaßnahme entgegenwirken, aber nicht von ihr verursacht werden. So liegt kein Rebound-Effekt vor, wenn Computer immer sparsamer werden, aber wegen des zunehmenden Einkommens mehr Computer gekauft werden. Auch kann die Zunahme der Wohnfläche nicht als Rebound-Effekt interpretiert werden, da ja die Kosten der Wohnfläche nicht sinken, vielmehr sind demografische, soziale und wirtschaftliche Faktoren verantwortlich, weshalb die Wärmeenergie zwar pro Fläche aber nicht pro Kopf sinkt.

Jenkins (2011), Paech (2011), van den Berg (2011) Madlener und Acott (2001), Santarius (2012) haben verschiedene Ursachen für mögliche Rebound-Effekte untersucht. Eine einheitliche Strukturierung hat sich bis dato nicht herausgeschält. Nach Greening et al. (2000) können zumindest grundsätzlich (unstrittig) direkte, indirekte und makroökonomische Rebound-Effekte unterschieden werden.

#### Direkter Rebound-Effekt

Der direkte Rebound-Effekt äußert sich in einer erhöhten Nachfrage nach demselben Gut. Eine Leistung, die effizienter angeboten wird, wird billiger. Was billiger wird, wird stärker nachgefragt. Direkte Rebound-Effekte in Bezug auf Produktpreise entstehen, wenn verbesserte Ressourceneffizienz für ein bestimmtes Produkt den effektiven Preis für dieses Produkt senkt, was eine vergrößerte Nachfrage

nach diesem Produkt erwarten lässt. Beispielsweise waren die ersten Mobiltelefone mehrere Kilogramm schwer, heute wiegen sie nur noch ein Zwanzigstel. Aber gerade das geringe Gewicht und damit die Handlichkeit und die sinkenden Kosten machten sie zur Massenware. Häufig führen Effizienzsteigerungen auch zu höheren Leistungsanforderungen, „so dass sich nicht der Ressourcen-Input pro Gerät reduziert, sondern der Leistungs-Output erhöht“ (Hilty 2003, s. auch Kapitel 2.1.3).

### **Indirekter Rebound-Effekt**

Der indirekte Rebound-Effekt zeigt sich in einer erhöhten Nachfrage nach alternativen Gütern. Wer aufgrund einer Effizienzsteigerung Ressourcen und damit Geld spart, gibt das Geld gegebenenfalls für andere Konsumgüter aus, die ebenfalls Ressourcen verbrauchen und die Umwelt belasten. Ein Beispiel ist die Einsparung von Strom. Verbraucher können die Stromrechnung durch eine bewusste Kaufentscheidung für energiesparende IKT-Geräte und deren intelligente Nutzung erheblich senken. Wird das eingesparte Geld für andere Güter ausgegeben, wird die Umwelt wahrscheinlich wieder belastet. Wie hoch hängt von Art und Nutzung der Güter ab. Wird das eingesparte Geld für eine Flugreise ausgegeben, dürfte dies die Umweltentlastung nicht nur zunichtemachen, sondern zu höherer Umweltbelastung führen.

### **Makroökonomischer Rebound-Effekt**

Während direkte und indirekte Rebound-Effekte in der Regel bereits auf der Mikroebene wirksam werden, gibt es vermittelte Effekte, die makroökonomisch wirken. Wirtschaftsweite Rebound-Effekte entstehen, wenn eine Verringerung der realen Preise beispielsweise von Energie-Services in der ganzen Wirtschaft zu einer Reihe von Preis- und Strukturanpassungen führen. Dabei profitieren energieintensive Güter und Sektoren auf Kosten der weniger energieintensiven Güter und Sektoren. So können Energieeinsparungen vieler Verbraucher dazu führen, dass der Energiepreis sinkt, was wiederum einen Anreiz setzt, dass andere Verbraucher vermehrt Energie nachfragen. Im Allgemeinen reagieren Volkswirtschaften auf Effizienzerhöhungen mit einer Nachfrageausweitung. Die Erschließung neuer Anwendungs- und Absatzmöglichkeiten trägt damit zur Kompensation von Effizienzgewinnen bei.

### **Umgang mit Rebound-Effekten?**

Es wäre verfehlt, aus der Debatte über Rebound-Effekte abzuleiten, wie dies gelegentlich geschieht (s. z.B. Paech 2011) Effizienz-Fortschritte stünden einer Verringerung des Ressourcenverbrauchs im Wege. Das Fazit lautet vielmehr: Die Erschließung von Ressourceneffizienzpotenzialen setzt erhebliche und gezielte Anstrengungen sowohl auf Seiten der Politik und der Wirtschaft als auch bei den Anwendern voraus und erfordert, dass potenziellen Rebound-Effekten aktiv entgegenzuwirken ist. Dabei sind drei Stränge zu verfolgen:

1. Technikzentrierte Effizienzstrategien reichen nicht aus; es bedarf einer Systemperspektive.
2. Ressourcenschonende Anwendungen mit geringen Rebound-Effekten sind konsequent zu erschließen.
3. Rebound-Effekte sind eine Gestaltungsaufgabe für das Politikfeld des nachhaltigen Konsums.

Es ist wenig handlungsrelevant Rebound-Effekte auf einzelne Produkte und Prozesse zu beschränken, vielmehr ist es notwendig, sie in eine Dynamik von Angebot und Nachfrage (z.B. Steigerung von Anzahl, Größe und Funktionalitäten der Geräte, Zeithorizont) bzw. Produktion und Konsum (z.B. Veränderungen im Nutzerverhalten) einzuordnen. Lösungen, die tatsächlich einen Beitrag zur Verringerung von Rebound-Effekten leisten, können nur aus der Systemperspektive heraus entwickelt werden.

## 4 Fazit

### 4.1 Strategieanalytische Heuristik

Sichtet man die wissenschaftliche Literatur, wie hier geschehen, so wird deutlich, dass bis dato die drei Basisstrategien – Effizienz, Konsistenz und Suffizienz – konzeptionell weitgehend nebeneinander stehen. Sie werden unterschiedlich bewertet, teilweise werden sie in Konkurrenz zu einander gesehen. Die Scheidelinie verläuft vor allem zwischen Effizienz- und Konsistenzstrategie auf der einen Seite und der Suffizienzstrategie auf der anderen Seite. Dabei spielt Suffizienz in der Debatte um eine Green Economy eine untergeordnete Rolle. Die Untersuchung von Transformationspfaden zur Green Economy ist aber nicht auf einzelne Strategien zu reduzieren, wie dies oftmals der Fall ist, vielmehr gilt es die Wechselwirkungen besser zu verstehen. Unserer Einschätzung nach gilt es, die Strategien möglichst sinnvoll und zielführend zu kombinieren, und zwar genau dort wo sie jeweils ihre Potenziale und Stärken haben – sowohl was die Ressourceneinsparpotenziale als auch die Mobilisierungsfähigkeit von Akteuren anbelangt. So ist insbesondere auch zu fragen, wo und inwiefern Suffizienz einen Beitrag zur Green Economy leisten kann.

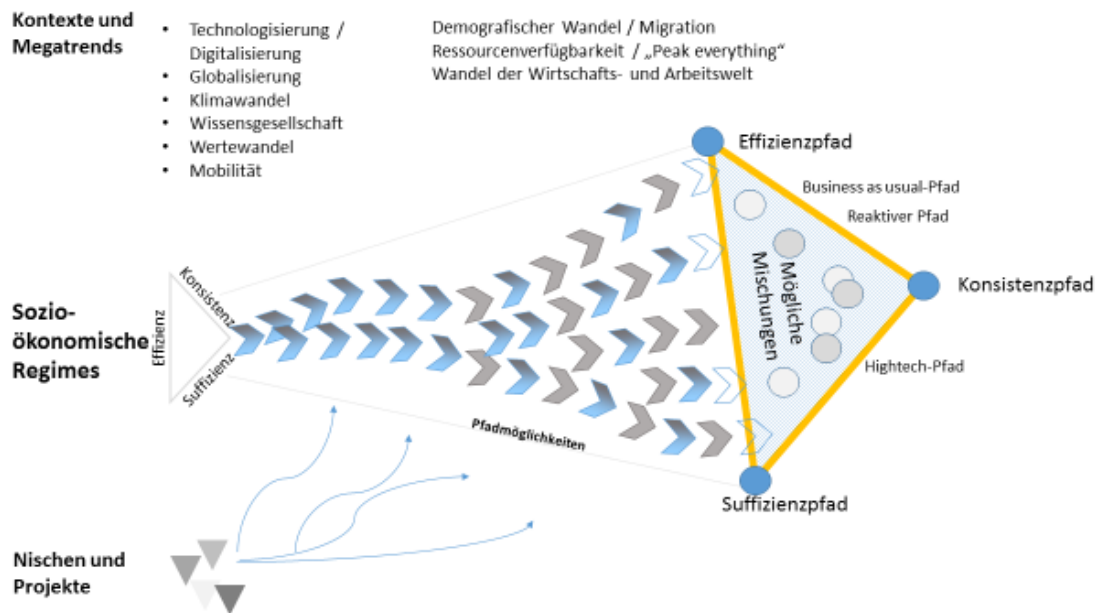


Abbildung 6: Die drei Basisstrategien im Kontext von Transformationsprozessen

Eigene Abbildung (IZT 2016) in Anlehnung an Geels 2002

Was bislang fehlt ist eine systematische, aufeinander abgestimmte und integrierte Umsetzung der drei komplementären Strategien. Dafür spricht auch, dass sich Maßnahmen nur selten ganz präzise der Effizienz-, Konsistenz- oder Suffizienzstrategie zuordnen lassen. Vielmehr entwickeln sich Transformationsprozesse nicht monokausal und linear, indem einseitig das eine durch das andere bestimmt wird, sondern ko-evolutiv in wechselseitiger Beeinflussung und im Zeitverlauf mit unterschiedlicher Wir-



kungsmacht, gegenseitiger Verstärkung oder Schwächung (siehe die Abbildung oben). Einseitige Strategiediskussionen, wie sie in einer Reihe von Publikationen zum Ausdruck kommen (z.B. Paech (2012): Befreiung vom Überfluss mit Blick auf Suffizienzstrategie; Braungart und MacDonough (2008): Die intelligente Verschwendung bezüglich der Konsistenzstrategie; Schmidt-Bleck (2014): Grüne Lügen mit Blick auf Dematerialisierung bzw. Effizienzstrategie), sind daher wenig fruchtbar und unterstützen „Schubladendenken“. Es wird daher wichtig sein, dass sich vielmehr Mischungen solcher Strategien ergeben und manche Zielvorstellungen nur zeitversetzt als Übergangspfad (z.B. Biokraftstoffe, Hybrid-Fahrzeuge) erreichbar sind (vgl. Leinfelder 2016). So werden bestimmte Lebensstile (z.B. kollaborativer Konsum) erst durch die Nutzung technischer Möglichkeiten (z. B. Internet, Digitalisierung und soziale Netzwerke) möglich. Andererseits wird die Technikgenese (z. B. Elektrofahrzeuge) wesentlich durch die entsprechenden gesellschaftlich-kulturellen-ökonomischen Adaptions- und Nachfrageentwicklungen mitbestimmt. Hier werden Überschneidungen der drei Basisstrategien zu anderen theoretischen Ansätzen, wie Pfadabhängigkeit und Models of Change, erkennbar.

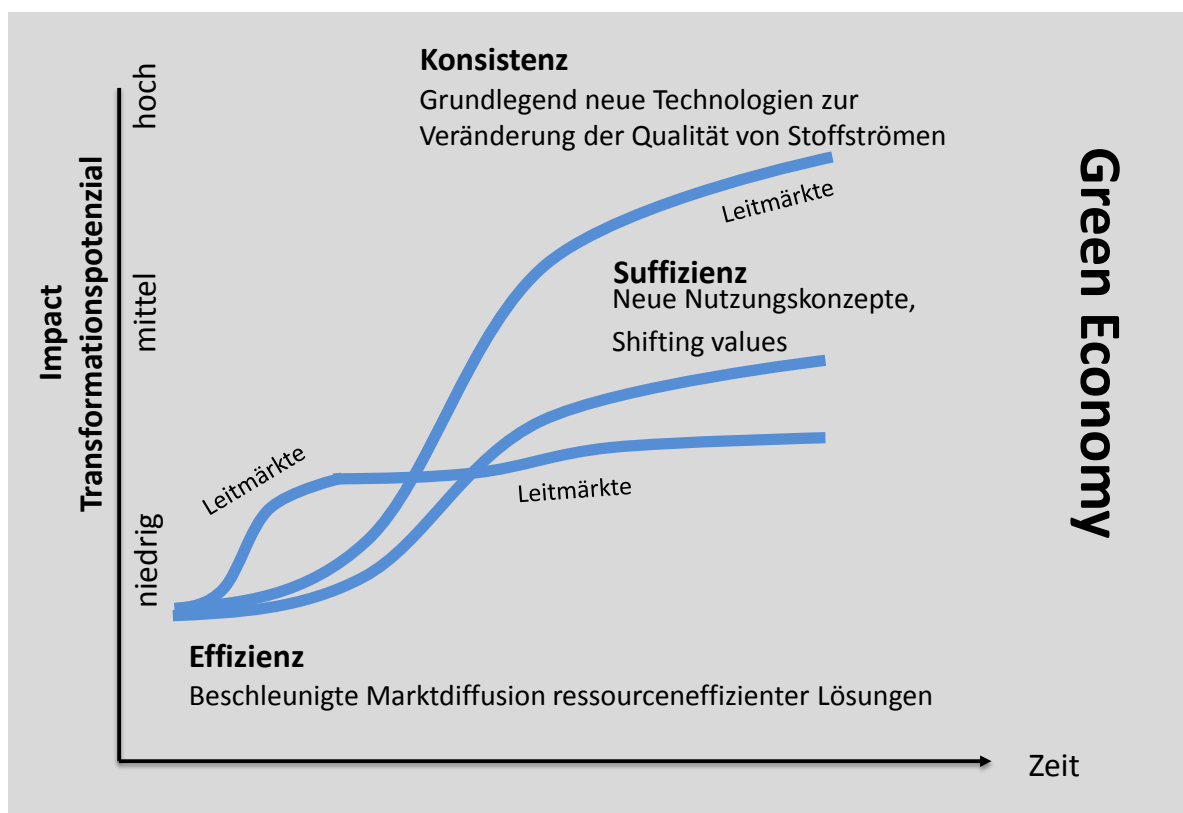


Abbildung 7: Ko-Evolution von Effizienz, Konsistenz und Suffizienz

Eigene Abbildung (IZT 2016)

Zugleich aber sind die Differenzen und die damit verbundenen unterschiedlichen Funktionen zu unterstreichen. Mit Hilfe der drei Basisstrategien kann abgeschätzt werden, welche Produkte prinzipiell große Potenziale aufweisen, um dort einen Pfadwechsel zu konzipieren und wie dies durch eine intelligente, angemessene Kombination von Maßnahmen zur Effizienz, Konsistenz und Suffizienz gestaltet werden könnte. Der Ansatz der Pfadabhängigkeit wiederum ermöglicht ein noch genaueres Verständnis für die konkreten Prozesslogiken und -dynamiken (Phasen), sowie – damit verbunden – mögliche

strategische Interventionspunkte (Bifurkationen, „Stellschrauben“, „windows of opportunity“). Der Models of Change-Ansatz wiederum ermöglicht ein genaueres Verständnis und entsprechende Schlussfolgerungen für die Gestaltung von Pfaden bis hin zu Pfadwechseln durch innovative Vorgehensweisen relevanter Akteure in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik.

## 4.2 Gesamtstrategie der abgestuften Optionen

In Anbetracht der möglichen Komplementarität der drei Basisstrategien stellt sich die Frage, wie ko-evolutive Transformationsprozesse zustande kommen, wie sie unterstützt und beschleunigt werden können, und wie die Trägheiten überwunden werden können, die Paradigmenwechseln und Pfadwechseln entgegenstehen. Die oben stehende Abbildung illustriert in vorläufiger Abschätzung sowohl die vermutliche Dynamik (Zielhorizont, Zeithorizont) als auch das vermutliche Transformationspotenzial. Die gesellschaftliche Transformation muss – so die Hypothese – durch eine Kombination von Maßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen ausgelöst, gestaltet und forciert werden. Eine Green Economy ist daher auf eine Abstimmung und Synchronisierung der Strategien angewiesen.

Daher ist zu untersuchen,

- wie eine „Gesamtstrategie der abgestuften und aufeinander abgestimmten Optionen“ aussehen kann,
- welcher Kombinationsbedarf zwischen den Strategien Effizienz, Konsistenz und Suffizienz zur Erzielung größtmöglicher Impacts existiert,
- wie eine Gesamtstrategie der abgestuften Optionen politisch gestaltet werden kann, und
- was diesbezüglich ein geeigneter Policy-Mix für Unterstützung und Beschleunigung von Pfadwechseln ist.

## 4.3 Handlungsfelder

Im Kontext der Debatte über Effizienz, Konsistenz und Suffizienz wird eine Vielzahl von Handlungsreichen und Maßnahmen diskutiert. Diese haben eine jeweils unterschiedliche Eingriffstiefe und Reichweite.

### Effizienz

Hier geht es darum, die Erschließung möglicher Effizienzpotenziale der Rohstoff-, Energie- und Flächennutzung zu beschleunigen. Dies ist schon deshalb notwendig, um die von der Bundesregierung angestrebte Verdopplung der Rohstoff- und Energieproduktivität (zwischen 1990/2020) zu erreichen. Nach dem derzeitigen Trend wird dieses Ziel deutlich verfehlt. Erst recht ist eine Beschleunigung notwendig, um dem Anspruch einer Transformation in Richtung einer Green Economy gerecht zu werden. Wichtige Felder sind insbesondere die Energieeinsparung im Gebäudebereich (Wärmedämmung, intelligente Heiztechnik, Smart Home), Nutzung von Abwasser als Abwärmequelle, energieeffiziente Elektromotoren in der Produktion, Null-Fehler-Produktion etc. Dabei geht es nicht nur um Effizienzsteigerungen bei bestehenden Produkten und Technologien, sondern vor allem auch bei neuen Technologien, die zur Konsistenz beitragen (z.B. Produktion von Solaranlagen) zur Verbesserung der Lernkurven. Im Hinblick auf eine ressourceneffiziente Wirtschaftsweise von größter Bedeutung ist eine

Reihe von Querschnitts- und Basistechnologien, darunter Informations- und Kommunikationstechniken, Mess- Steuer- und Regeltechniken (Automation), Material- und Werkstofftechnologien, Steuer- und Leistungselektronik der Mikrosystemtechnik, optische Technologien, Displaytechnologien, Speichertechnologien und Sensorik. Unter Industrie 4.0 wird bspw. ein Paradigmenwechsel in der Produktion diskutiert, der eine Hebelwirkung auf die Ressourceneffizienz haben könnte. Über die spezifischen Potenziale der Industrie 4.0 für ein nachhaltiges Wirtschaften und darüber, wie diese erschlossen werden können, liegen bisher aber kaum fundierte Prognosen und Abschätzungen vor.

### **Konsistenz**

Die Konsistenzstrategie verfolgen heißt auf eine beschleunigte Innovation und Durchsetzung neuer Technologien und einen Systemwechsel hinzuwirken, was letztlich einen umfassenden Strukturwandel bedeutet. Zentrale Transformationsfelder betreffen die Energiewirtschaft (Umbau der Energieerzeugungsinfrastruktur weg von fossilen hin zur Nutzung regenerativer Energiequellen, was Smart Grids, Super Grid, Virtuelle Kraftwerke etc. einschließt), die Landwirtschaft (ökologische, biologische Landwirtschaft), die Chemie (z.B. Substitution persistenter, ökotoxischer, akkumulationsfähiger Stoffe, geschlossene technische Stoffkreisläufe, Chemie der geringen Reichweiten, Feedstock Change, industrielle Biotechnologie, Bioraffinerien) und den Verkehr (z.B. neue Antriebstechniken und Infrastrukturen für Pkw, Schiffe, Güterverkehr, Flug; integrierte Mobilitätssysteme, Carsharing, Mobility as a Service etc.).

### **Suffizienz**

Die Strategie der Suffizienz wird seit langem diskutiert, dennoch ist sie diffus und umstritten. Strittig ist vor allem die Bedeutung des Verzichts, des weniger Konsumierens, das als Leitorientierung wenig anschluss- und akzeptanzfähig erscheint, zumal es sehr hohe Ansprüche auf der individuellen Ebene stellt. Hierfür gibt es derzeit in nur wenigen soziokulturellen Milieus Handlungsbereitschaft und Handlungsfähigkeit. Weniger umstritten ist hingegen die Notwendigkeit, das Konsum- und Nutzungsverhalten zu verändern. Viele Effizienz- und Konsistenz-Maßnahmen lassen sich nur mit Einstellungs- und Verhaltensänderungen im größeren Umfang realisieren. So setzen eine deutliche Erhöhung der Biokraftstoffquote, eine Steigerung der Ökostroms, eine Senkung des Stromverbrauchs in der Informations- und Kommunikationstechnik oder eine ökologische Landwirtschaft jeweils Konsumenten voraus, die bereit sind, ökologische Produkte nachzufragen und effizient zu nutzen, gegebenenfalls auch bereit sind, mehr Geld auszugeben, als dies für herkömmliche (weniger umweltfreundliche) Produkte und Dienstleistungen der Fall ist. Letztlich gilt eine derart veränderte Handlungsbereitschaft auch für Entscheidungsträger in allen Bereichen und auf allen Ebenen. Bedeutsame Handlungsfelder für Suffizienz sind die Ernährungsumstellung auf ökologische Kost, das Stromsparen und ökologisches Bauen und Wohnen. Eine umweltverträglichere Mobilität gewinnt zunehmend an Bedeutung (z.B. Car-Sharing) bei gleichzeitig gegenläufigen Trends (wie SUVs), insbesondere auch was Reisen (wie die Zunahme des Billigflugsektors) anbetrifft. Die Wohnflächenreduktion wird diskutiert, ist aber bis dato wenig anschlussfähig.

### **Übergreifende, querliegende Herausforderungen für Pfadwechsel**

Neben Feldern, die aus strategischer Sicht als besonders relevant gelten, weil sie big points oder key points darstellen, stellen sich auch übergreifende, querliegende Herausforderungen für Pfadwechsel. Die Vision einer Green Economy lässt sich nicht ohne weiteres in win-win-Strategien übersetzen. Dies

macht die Klärung und Regelung unterschiedlicher Partikularinteressen erforderlich (disruptive Innovationen, Verteilungsgerechtigkeit, Entscheider-Nutzer-Dilemma, Flächennutzungskonflikte etc.). Strategien zur Green Economy müssen außerdem Rebound-Effekte und Wild Cards (z.B. ‚Peak-oil-Chimäre‘, steigende Preise für Landwirtschaftsflächen, sinkende Rohstoffpreise) berücksichtigen, um gravierende Fehleinschätzungen zu vermeiden.

## Literaturverzeichnis

- Adler, Frank (2014): Postwachstumsvisionen. Zu einer neuen Tendenz in der wachstumskritischen Debatte. In: Berliner Debatte Initial 25, 2.
- Altwater, Elmar (2014): Dunkle Sonne. Im Erdzeitalter des Kapitals. In: Le monde diplomatique, November, S.1ff.
- Behrendt, S.; Erdmann, L. (2010): Querschnittstechnologien, Innovationssprünge für Ressourceneffizienz. VDI-ZRE, Berlin. [https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/studien/EP\\_Querschnittstechnologien\\_F\\_26-8-2010\\_.pdf](https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/downloads/studien/EP_Querschnittstechnologien_F_26-8-2010_.pdf).
- Behrendt, S.; Nolte, R.; Roeben, A.(2015): Recycling als Rohstoffquelle. ZVEI Roadmap Automation 2025+, Frankfurt/M.
- Bilharz, M. (2008): „Key Points“ nachhaltigen Konsums. Marburg: Metropolis Verlag.
- Binswanger, M. (2001): Technological progress and sustainable development: what about the rebound-effect?, *Ecological economics*, 36(1), 119-132.
- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung. Bioökonomie - neue Konzepte zur Nutzung natürlicher Ressourcen. [Online] 21. 10. 2014. <http://www.bmbf.de/de/biooekonomie.php>.
- Statistisches Bundesamt, Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, 2014.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2014): Greentech made in Germany 4.0. Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland, Berlin.
- BMUB (2015) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Klimaschutz in Zahlen Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik, Ausgabe 2015.
- Braungart, M.; McDonough, W. (2008): Einfach intelligent produzieren. Cradle to Cradle: Die Natur zeigt wie wir Dinge besser machen können. Berliner Taschenbuchverlag.
- Deutscher Bundestag (2013), BT-Drucksache. 17/13300 vom 3.5.2013:436.
- Eschment, J. (2014): Der Rebound-Effekt: Störendes Phänomen bei der Steigerung der Energieeffizienz. Wissenschaftlicher Dienst Deutscher Bundestag, Nr. 16/14.
- Fichter, K. (2005): Interaktives Innovationsmanagement: Neue Potenziale durch Öffnung des Innovationsprozesses. In: Fichter, K.; Paech, N.; Pfriem, R.: Nachhaltige Zukunftsmärkte, Orientierungen für unternehmerische Innovationsprozesse im 21. Jahrhundert. Marburg.
- Fichter, K.; Hintemann, R.; Beucker, S.; Behrendt, S. (2012): Gutachten zum Thema „Green IT - Nachhaltigkeit“ für die Enquete - Kommission Internet und digitale Gesellschaft des Deutschen Bundestages.
- Fischer, C.; Grießhammer, R. (2013): Mehr als nur weniger, Suffizienz: Begriff, Begründung und Potenziale. Öko-Institut Working Paper 2/2013.
- Geels, F.W., 2002. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy* 31 (8–9), 1257–1274.

- Gillingham, K.; Kotchen, M. J.; Rapson, D. S.; Wagner, G. (2013): The Rebound effect is overplayed. *Nature* Vol. 493, 475-476.
- Graedel, Th. (1994): Industrial Ecology, Definition and Implementation. In: Socolow, R. et al.: *Industrial Ecology and Global Change*. Cambridge, 23-42.
- Grießhammer, R.; Brohmann, B. (2015): *Wie Transformationen und gesellschaftliche Innovationen gelingen können*. UFOPLAN-Vorhaben FKZ 37121113, Freiburg/Darmstadt.
- Grübler, A. (1994): Industrialization as an Historical Phenomenon. In: Socolow, R. et al.: *Industrial Ecology and Global Change*. Cambridge, 43-68.
- Grunwald, A (2012): *Technikzukünfte als Medium von Zukunftsdebatten und Technikgestaltung*. TECHNIK UND KULTUR KARLSRUHER STUDIEN, Karlsruhe.
- Hanke, G.; Best, B. (2013): Die Energiewende aus wachstumskritischer Perspektive. In: Radke, J.; Henning, B.: *Die deutsche „Energiewende“ nach Fukushima*. Marburg: Metropolis, 255-283.
- Heyen, D. A. et al. (2013): Mehr als nur weniger, Suffizienz: Notwendigkeit und Optionen politischer Gestaltung. *Öko-Institut Working Paper 3/2013*.
- Hilty, L. (2015): *IKT und Nachhaltigkeit*. BAKOM-Workshop, 19.02.2015, Bern.
- Hilty, L.; Behrendt, S.; Erdmann, L. u.a. (2003): *Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft. Auswirkungen des Pervasive Computing auf Gesundheit und Umwelt*. Studie im Auftrag des Schweizerischen Zentrums für Technologiefolgenabschätzung (TA-SWISS), Bern.
- Huber, J. (2000): *Industrielle Ökologie. Konsistenz, Effizienz und Suffizienz in zyklusanalytischer Betrachtung*. „Global Change“ VDW-Jahrestagung, Berlin, 28.-29. Oktober 1999, in: Simonis, U. E. (Hg): *Global Change*. Baden-Baden: Nomos.
- Huber, J. (2011): *Allgemeine Umweltsoziologie*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Huber, J. (2014): *Konsistenz – schlüssig für Nachhaltigkeit*. In: *Mut zu Visionen. Brücke in die Zukunft*. Jahrbuch Ökologie 2014. Stuttgart: Hirzel Verlag, 64-70.
- Hunecke, Marcel (2013): *Psychologie der Nachhaltigkeit. Psychische Ressourcen für Postwachstumsgesellschaften*. München: Oekom Verlag
- International Energy Agency (2015): *World Energy Outlook 2015*. Online verfügbar unter <http://www.worldenergyoutlook.org/>.
- Institute for Prospective Technological Studies/Europäische Kommission (2005): *The future impact of ICT on environmental sustainability*. Sevilla.
- Jänicke, J.; Jacob, J. (Hg.) (2006): *Environmental Governance in Global Perspective. New Approaches to Ecological and Political Modernisation*. Freie Universität Berlin, Forschungsstelle für Umweltpolitik.
- Jänicke, M. (2011): *“Green Growth”, Vom Wachstum der Öko-Industrie zu nachhaltigen Wirtschaften*. FFU-Report 6-2011, Berlin.

- Lahl, Uwe und Zeschmahr-Lahl, Barbara. Weg vom Öl durch, feedstock change' in der Chemieindustrie. 23. 07. 2012. [http://www.leibniz-institut.de/archiv/lahl\\_23\\_07\\_12.pdf](http://www.leibniz-institut.de/archiv/lahl_23_07_12.pdf).
- Leinfelder, R. (2016): Das Haus der Zukunft als Ort der Partizipation:, in: Popp, R. (Hrsg.) (2016): Einblicke, Ausblicke, Weitblicke, Zürich, S. 74-93
- Linz, M. (2014): Suffizienz – unentbehrlich für Nachhaltigkeit. In: Mut zu Visionen. Brücke in die Zukunft. Jahrbuch Ökologie 2014. Stuttgart: Hirzel Verlag, 44-54.
- Madlener, R. (2013): Rebound-Effekte - unterschätzte Gefahr der Effizienzpolitiken? 24. FfE-Fachtagung, 29.4.2013, München.
- Messner, Dirk / Imme Scholz (2015): Agenda 2030 und die Sustainable Development Goals: gemeinsam für das Wohlergehen aller. in: Politische Ökologie - Nachhaltige Entwicklungsziele: Agenda für eine bessere Welt? 143, 18-26
- Müller, M, (2007): Eine Effizienzrevolution ist machbar. Magazin Mitbestimmung Ausgabe 06/2007, Düsseldorf: Hans Böckler Stiftung.
- Müller, W. (2013): Rebound und Co – das Problem mit der Technikorientierung bei Energieeffizienzmaßnahmen. 17. Hochschultage Berufliche Bildung 13. - 15.3.2013, Essen.
- Ott, K. et al. (2007): Suffizienz: Umweltethik und Lebensstilfragen. In: Vordenken - Ökologie und Gesellschaft 2. Berlin: Heinrich Böll Stiftung.
- Paech, N. (2012): Befreiung vom Überfluss. Auf dem Weg in die Postwachstumsökonomie. München: Oekom Verlag.
- Rockström, J. et al. (2009): A safe operating space for humanity. Nature Vol. 461, 472–475.
- Rosa, H. (2012): Weltbeziehungen im Zeitalter der Beschleunigung. Umriss einer neuen Gesellschaftskritik. Frankfurt/M.: Suhrkamp Verlag.
- Sachs, W. (2008): Fair Future. Begrenzte Ressourcen und globale Gerechtigkeit, in: von Gleich, A., Gößling-Reisemann, S. (Hrsg.): Industrial Ecology. Erfolgreiche Wege zu nachhaltigen industriellen Systemen, Vieweg+Teubner Verlag, S. 360-365.
- Santarius, T. (2012): Der Rebound-Effekt - Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz. In: Impulse zur Wachstumswende, Wuppertal.
- Schmelzer, M., Alexis P. (2011): Postwachstum. Krise, ökologische Grenzen und soziale Rechte. Hamburg: VSA:Verlag.
- Schmidt, M. (2008): Die Bedeutung der Effizienz für Nachhaltigkeit – Chancen und Grenzen. In: Hartard, S.; Schaffer, A.; Giegrich, J. (Hg.): Ressourceneffizienz im Kontext der Nachhaltigkeitsdebatte. Baden-Baden: Nomos-Verlag, 31-46.
- Schmidt-Bleek, F. (2014) Grüne Lügen. Nichts für die Umwelt, alles fürs Geschäft – wie Politik und Wirtschaft die Welt zugrunde richten. München: Ludwig Buchverlag.
- Schmitt, C. et al. (2015): Suffizienz-Maßnahmen und -Politiken in kommunalen Klimaschutzkonzepten und Masterplänen - ein Überblick. Heidelberg.

- Schneidewind, U.; Zahrt, A. (2013): Damit gutes Leben einfacher wird. Perspektiven einer Suffizienzpolitik. München: Oekom Verlag.
- Simonis, U. (2004): Ökologische Modernisierung der Industriegesellschaft. In: Zukunftsforschung im Spannungsfeld von Visionen und Alltagshandeln, IZT Werkstattbericht Nr. 64, Berlin, 29-46.
- Sorell, S.; Dimitropoulos, J.; Sommerville, M. (2009): Empirical estimates of the direct rebound effect: A review. *Energy Policy*, Vol. 37(4), 1356 – 1371.
- Sorrell, S. (2007): *The Rebound Effect: an assessment of the evidence for economy - wide energy savings from improved energy efficiency*. London.
- Sorrell, S.; Dimitropoulos, J.; Sommerville, M. (2009): Empirical estimates of the direct rebound effect: A review. *Energy Policy* 37(4), 1356–1371.
- Spangenberg, Joachim (2013): Ökonomie und Nachhaltigkeit (Vortrag), Konferenz „Nachhaltigkeit – Verantwortung für eine begrenzte Welt“. 23. November 2013, Universität Göttingen. Online verfügbar unter [http://www.academia.edu/5176531/%C3%96konomie\\_und\\_Nachhaltigkeit](http://www.academia.edu/5176531/%C3%96konomie_und_Nachhaltigkeit)
- Steffen, W.; Richardson, K.; Rockstrom, J.; Cornell, S. E.; Fetzer, I.; Bennett, E. M.; Biggs, R.; Carpenter, S. R.; De Vries, W.; De Wit, C. A.; Folke, C.; Gerten, D.; Heinke, J.; Mace, G. M.; Persson, L. M.; Ramanathan, V.; Reyers, B.; Sorlin, S. (2015). "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet". *Science*, No.347, p. 6223
- Stengel, Oliver (2011): *Suffizienz. Die Konsumgesellschaft in der ökologischen Krise*. München: Oekom Verlag
- Stobbe, L.; Schischke, K.; Nissen, N.; Middendorf, A.; Reichl, H. (2010): Modellierung des Energie- und Ressourcenbedarfs von IKT. *Wissenschaftsforum Green IT*. Berlin.
- Thiesen, J.; Christensen, T.S.; Kristensen, T.G.; Andersen, R.D.; Brunoe, B.; Gregersen, T.K.; Thrane, M.; Weidema, B.P. (2008): Rebound effects of price differences. *International Journal of Life Cycle Assessment*. 13(2), 104-114.
- Torras, M. (2003): Global structural change and its de-materialization implications. In: *International Journal of Social Economics*, Vol. 30(6), 700-719.
- UBA Umweltbundesamt (2015): Treibhausgas-Emissionen in Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/treibhausgas-emissionen-in-deutschland>, Online. 4.12.2015.
- UBA Umweltbundesamt (2016): Rebound-Effekte: Wie können sie effektiv begrenzt werden?, Autoren: Semmling, E., Peters, A., Marth, H., Kahlenborn, W., de Haan, P. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/rebound-effekte\\_wie\\_koennen\\_sie\\_effektiv\\_begrenzt\\_werden\\_handbuch.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/rebound-effekte_wie_koennen_sie_effektiv_begrenzt_werden_handbuch.pdf).
- United Nations Environment Programme UNEP (2011): *Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth. A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel*. Fischer-Kowalski, M.; Swilling, M.; von Weizsäcker, E.U.; Ren, Y.; Moriguchi, Y.; Crane, W.; Krausmann, F.; Eisenmenger, N.; Giljum, S.; Hennicke, P.; Romero Lankao, P.; Siriban Manalang, A.; Sewerin, S.



- UNEP (2014): Decoupling 2: Technologies, Opportunities and Policy Options. A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. von Weizsäcker, E.U.; de Lardereel, J; Hargroves, K.; Hudson, C.; Smith, M.; Rodrigues, M.
- Unmüßig, B.; Sachs, W.; Fatheuer, Th. (2012): Kritik der grünen Ökonomie, Impulse für eine sozial und ökologisch gerechte Zukunft. In: Schriften zur Ökologie Band 22. Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung.
- WBGU Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2011): Welt im Wandel – Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin.
- Weizsäcker, E. U. von (2014): Effizienz – erforderlich für Nachhaltigkeit. In: Mut zu Visionen. Brücke in die Zukunft. Jahrbuch Ökologie 2014. Stuttgart: Hirzel Verlag, 55-63.
- Weizsäcker, E. U. v. (2010): Faktor Fünf: Die Formel für nachhaltiges Wachstum. München: Droemer Verlag.
- Welzer, H.; Sommer, B. (2014): Transformationsdesign Wege in eine zukunftsfähige Moderne. München: Oekom Verlag.
- Welzer, Harald (2011): Mentale Infrastrukturen. Wie das Wachstum in die Welt und in die Seelen kam (Band 14 der Schriftenreihe Ökologie; Hrsg. Heinrich-Böll-Stiftung) Berlin.
- Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (Hrsg.) (2005): Fair Future. Begrenzte Ressourcen und globale Gerechtigkeit. München: C.H. Beck.

## **Impressum**

IZT - Institut für Zukunftsstudien  
und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH

Tel.: +49 (0) 30 803088-0

Fax: +49 (0) 30 803088-88

Schopenhauerstr. 26  
14129 Berlin

Berlin, AG Charlottenburg, HRB 18 636

Wissenschaftlicher Direktor  
Prof. Dr. Stephan Rammler

Geschäftsführer  
Dr. Roland Nolte

Aufsichtsratsvorsitzende  
Doris Sibum

ISBN 978-3-941374-35-5

[www.izt.de](http://www.izt.de)

---