



RESET
2020



REBOUND EFFEKTE

Inputpapier für die Implementierung von RESET2020

IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber:

Forschungsgruppe „Nachhaltige Ressourcennutzung“
Institute for Ecological Economics
Wirtschaftsuniversität Wien (WU)

Autoren:

Stephan Lutter, Stefan Giljum und Burcu Gözet

Grafikdesign:

Forschungsgruppe „Nachhaltige Ressourcennutzung“
Institute for Ecological Economics
Wirtschaftsuniversität Wien (WU)



Auftragneher:

BUNDESMINISTERIUM
FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT,
UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT

Abt. I/3 – Umweltförderpolitik, Nachhaltigkeit, Biodiversität

Abt.V/7 – Betrieblicher Umweltschutz & Technologie
Stubenring 1, 1010 Wien

www.bmlfuw.gv.at

Alle Rechte vorbehalten.

Wien, Dezember 2016

Inhalt

Zusammenfassung	4
1. Einleitung	7
Trends des Ressourcenverbrauchs	7
Politische Initiativen im Bereich Ressourceneffizienz	7
Ziele und Struktur dieses RESET Berichts	9
2. Grundlagen des Rebound-Effektes	10
3. Die verschiedenen Arten von Rebound-Effekten	11
Direkter Rebound-Effekt	11
Indirekter Rebound-Effekt	13
Gesamtwirtschaftlicher Rebound-Effekt	14
4. Methoden zur Quantifizierung von Rebound-Effekten	14
5. Ursachen und Mechanismen.....	18
Mögliche Ursachen des Rebound-Effekts	18
Mechanismus des Rebound-Effekts	21
6. Umweltpolitische Instrumente	22
Technologische Maßnahmen.....	23
Verhaltensmaßnahmen.....	23
Fiskalmaßnahmen.....	23
7. Schlussfolgerungen.....	26
Literatur	27

Zusammenfassung

Die aktuellen Zahlen des Ressourcenverbrauchs Österreichs zeigen, dass der Materialverbrauch innerhalb der letzten 20 Jahre stetig gestiegen ist und tendenziell weiter steigen wird. Mithilfe von Ressourceneffizienz soll eine Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch erzielt werden. Im Fall einer relativen Entkopplung steigt der Ressourcenverbrauch langsamer als das Wirtschaftswachstum; bei einer absoluten Entkopplung kommt es zu einer absoluten Senkung des Ressourcenverbrauchs. Berechnungen der Statistik Austria zeigen, dass Österreichs Ressourceneffizienz (berechnet anhand des heimischen Materialkonsums) bereits um 34%, von 1,10 Euro Wertschöpfung pro Kilogramm Materialeinsatz im Jahr 1995, auf 1,50 Euro Wertschöpfung pro Kilogramm in 2012 gestiegen ist. Dabei geht Österreichs Ressourceneffizienz jedoch nicht mit einem verringerten, sondern mit einem absolut leicht steigenden Ressourcenverbrauch einher. Da insbesondere Rebound-Effekte die positiven Auswirkungen der zunehmenden Ressourceneffizienz auf den Ressourcenverbrauch mindern können, widmet sich der vorliegende Bericht den folgenden Fragen:

- Welche grundlegenden Arten von Rebound-Effekten existieren?
- Welche Akteure sind bei diesen Arten beteiligt, und welche unterschiedlichen Mechanismen spielen bei den verschiedenen Effekten eine zentrale Rolle?
- Welche Methoden zur Quantifizierung und Analyse der diversen Rebound-Effekten wurden bisher getestet, und welche Aussagen kann man mit ihnen treffen?
- Welche Erkenntnisse existieren über Motive und Entscheidungsverhalten im Bereich der Produzenten bzw. Konsumenten?
- Welche umweltpolitischen Instrumente können zur Verminderung bzw. Vermeidung von Rebound-Effekten in Produktion und Konsum eingesetzt werden?

Grundsätzlich ist von einem **Rebound-Effekt** die Rede, **wenn die Steigerung der Ressourceneffizienz nicht in vorgesehenem Maße zur Senkung des Ressourcenverbrauchs führt.**

Es existieren unterschiedliche Arten des Rebound-Effekts. Der **direkte Rebound-Effekt** beschreibt die Korrelation zwischen der Effizienzsteigerung eines Produkts mit dessen Nachfrage. Ein direkter Rebound-Effekt liegt vor, wenn die Effizienzsteigerung eines bestimmten Produktes eine Mehrnachfrage bei sonst gleichbleibenden Rahmenbedingungen hervorruft. Dabei wirken je nach Konsum- oder Produktionsseite unterschiedliche Effekte. Auf der **Konsumseite** kann dieser **aufgrund von Substitutions- und/oder Einkommenseffekten** auftreten. Der Substitutionseffekt beschreibt den Ersatz eines Produktes durch ein anderes, das in Folge von Effizienzsteigerungen billiger geworden ist. Hingegen bezeichnet der Einkommenseffekt den gesteigerten Konsum aufgrund freigewordener Realeinkommen, die ebenfalls Folge von Effizienzsteigerungen sind. Auf der **Produktionsseite** können hingegen **Substitutions- oder Output-Effekte** zum direkten Rebound-Effekt führen. Der Substitutionseffekt bezeichnet hier durch Effizienz hervorgerufene niedrigere Rohstoffkosten, die zu einem gesteigerten Einsatz bzw. zu einer Substitution von Kapital und Arbeit durch Ressourcen führen. Von einem Output-Effekt ist die Rede, wenn Kosteneinsparungen sogar zu einer Produktionssteigerung führen.

Der **indirekte Rebound-Effekt** setzt sich hingegen aus mehreren Teileffekten zusammen: **Aus** den sogenannten **inkorporierten** (embodied) **Ressourcen und** einer Reihe

von **Sekundäreffekten**. Der Prozess der inkorporierten Ressourcen bezeichnet den zusätzlichen Mehraufwand zur Ermöglichung einer Effizienzsteigerung. Hingegen bezeichnen Sekundäreffekte ein durch Effizienzsteigerung hervorgerufenes ökonomisches Wachstum. Der **gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekt ist die Summe direkten und indirekten Rebound-Effekts**. Dieser bezeichnet die strukturellen Veränderungen größerer Teile der Wirtschaft in Produktion, Verteilung und Entsorgung, die aufgrund veränderter Nachfrage-, Produktions- und Distributionsstrukturen entstehen.

Die **Höhe des Rebound-Effekts** wird geschätzt, indem die prozentuale Änderung des **Ressourcenverbrauchs zur prozentualen Änderung der Ressourceneffizienz in Verhältnis** gesetzt wird. Die prozentuale Änderung des Ressourcenverbrauchs ergibt sich dabei aus der erwarteten Einsparung abzüglich der tatsächlichen Einsparung, wobei die prozentuale Änderung der Ressourceneffizienz der erwarteten Einsparung entspricht. Für die genaue Quantifizierung des Rebound-Effekts wurden bisher **unterschiedliche methodische Ansätze** angewandt. Dabei wurde nicht nur ein Rebound-Effekt in diversen Produktbereichen wie Lebensmittel, Kleidung und Elektrizität festgestellt, sondern auch der Einfluss des Einkommens auf dessen Höhe ermittelt. Bezüglich eines gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekts haben Pfaff und Sartorius (2015) einen Wert von 3,8% für Deutschland ermittelt. Barker und Kollegen gehen davon aus, dass der gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekt bis zum Jahr 2030 auf einen Wert von 52% steigen kann.

Mögliche **Ursachen des Rebound-Effekts** wurden aus einer finanziellen, sozialpsychologische und regulatorischen Perspektive betrachtet. Rebound-Effekte können durch **finanzielle Aspekte** hervorgerufen werden, da als Folge erhöhter Ressourceneffizienz finanzielle Mittel freiwerden. Dieser Effekt ist unvermeidbar, sobald Effizienzmaßnahmen zu Kostensenkungen führen. Der sogenannte finanzielle Rebound-Effekt, kann **in Form eines Einkommenseffekts, eines Re-Investitions-Effekts und/oder es Marktpreis-Effekts** auftreten. Der Einkommenseffekt beschreibt, wie die Ressourceneffizienzmaßnahmen auf der Konsumseite ökonomisch amortisiert werden, wodurch ein realer Einkommensgewinn für die VerbraucherInnen entsteht. Von einem Re-Investitions-Effekt wird gesprochen, wenn effizienzbedingte Kosteneinsparungen auf der Produktionsseite zu einem realen Einkommensgewinn führen. Hingegen kommt ein Marktpreis-Effekt zustande, wenn die Nachfrage eines Sektors, die Nachfrage anderer Sektoren stimuliert.

Aus sozialpsychologischer Sicht, wird der Rebound-Effekt auch als „**Moral-Hazard-Effekt**“ bezeichnet. Findet die Entscheidung zu einem Mehrverbrauch nicht rational intendiert statt, wird von einem „**Moral-Leaking-Effekt**“ gesprochen. Darüber hinaus besagt der „**Moral-Licensing-Effect**“, dass der Erwerb ressourceneffizienter Produkte den Konsum anderer umweltschädlicher Produkte steigert.

Der **regulatorisch induzierte Rebound-Effekt** tritt ein, **wenn** günstige regulatorische Anforderungen für neue Technologien **zu übermäßigem Einsatz dieser neuen Technologien führen**. Investitionen in Effizienztechnologien und dessen Einsatz benötigen beispielsweise neue Kapazitäten und Infrastrukturen, die zur Entstehung neuer Märkte führen können. Dies ist bekannt unter dem Begriff „Neue-Märkte-Effekt“.

Nicht jeder Mehrkonsum stellt einen Rebound-Effekt dar. **Ein Rebound-Effekt liegt nur vor, wenn dem Mehrkonsum eine Effizienzsteigerung vorausgeht**. Dazu kommt es entweder durch technologische Entwicklungen oder mithilfe gezielter Politikmaßnahmen. Außerdem wirkt nicht jede effizienzinduzierte Preisänderung gleichermaßen auf die Nachfrage.

Es existieren unterschiedliche umweltpolitische Instrumente und Umsetzungsmaßnahmen, um den Rebound-Effekt einzudämmen. Technologische Maßnahmen umfassen die Einführung umwelteffizienter Standardeinstellungen bei technischen Geräten, wobei beispielsweise der Energiesparmodus bereits als Werkeinstellung vorgesehen wird. Auch die Festlegung von Produktionsrichtlinien hinsichtlich Energiestandards ist eine Option. Als Beispiel hierfür kann das Front-Runner-Prinzip aus Japan gesehen werden, bei dem das Produkt mit der höchsten Effizienz den Standard für die anderen vorgibt.

Bezüglich möglicher **Verhaltensmaßnahmen** sollte versucht werden, gewisse Handlungen mithilfe von Informations- und Kommunikationsmaßnahmen unattraktiv zu gestalten. Produktkennzeichnungen sind dabei als mögliche Initiative zu betrachten. Auch **Fiskalmaßnahmen** können Rebound-Effekten entgegenwirken. Beispielsweise die Vergrößerung von Preisunterschieden zwischen ressourcenineffizienten und -effizienten Gütern. Die Preise ineffizienter Güter können durch die Internalisierung externer Umweltkosten erhöht werden. Aber auch eine mit steigender Energieineffizienz ansteigende Besteuerung von Produkten ist eine Option. Solche Staatseinnahmen könnten zweckgebunden im Sinne der weiteren Steigerung der Ressourceneffizienz verwendet werden. Eine Möglichkeit wäre es, die Einnahmen in die Forschung und Entwicklung von Technologien zu reinvestieren, die wiederum effizienzsteigernd wirken. Ein weiteres Instrument ist die Einführung eines Bonus-Malus-Systems, da es Anreize aber auch abschreckende Maßnahmen beinhaltet. Weiters gibt es die **Möglichkeit einer Konsumgrenze**, das sogenannte „Consumption Cap“, bei der Konsumobergrenzen für die individuelle bzw. die Ebene einzelner Sektoren oder eines Staates vorgeschrieben werden. Hier hätte die Politik durch die direkte Kontrolle der Quantität der Produkte, auch eine direkte Kontrolle über Umwelteinflüsse. Diese Maßnahme benötigt jedoch eine präzise Formulierung und einer strengen Kontrolle, um Verlagerungen in andere Sektoren zu vermeiden.

Die vorliegende Studie zum Rebound-Effekt und seiner möglichen Ursachen zeigt, dass einzelne Maßnahmen aufgrund der Komplexität des Rebound-Effekts lediglich zu einem geringen Erfolg führen können. Deshalb wird eine **Kombination aus unterschiedlichen Maßnahmen** nahegelegt. Diese sollten möglichst viele Einflussfaktoren, sowohl auf der Produktions- als auch auf der Konsumseite, berücksichtigen und gleichzeitig mehrere Punkte ansprechen.

1. Einleitung

Trends des Ressourcenverbrauchs

Wirtschaftswachstum und zunehmender Wohlstand haben in den letzten Jahrzehnten den Ressourcenverbrauch stark anwachsen lassen. Die Folgen der Abhängigkeit der Gesellschaft von der Nutzung natürlicher Ressourcen werden jedoch zunehmend spürbar und erzwingen ein Umdenken hin zu einer langfristigen Veränderung, mit dem Ziel einer Reduktion des Ressourceneinsatzes. Dabei treten neben ökologischen und sozialen Problemen, die mit der Entnahme und Nutzung natürlicher Ressourcen einhergehen, auch die Knappheit der natürlichen Ressourcenquellen in Wissenschaft und Politik immer mehr in den Vordergrund (European Commission, 2011a; Lebensministerium, 2011; Seppelt et al., 2014). Zusätzlich zu Wachstum und Wohlstand spielt besonders in Entwicklungs- und Schwellenländern auch das Bevölkerungswachstum eine wichtige Rolle für den stark steigenden Trend der globalen Ressourcennutzung (Jackson, 2013).

In Österreich zeigt sich sowohl hinsichtlich des direkten Materialverbrauchs als auch hinsichtlich des Materialverbrauchs inklusive der ausländischen Vorleistungen eine leichte Zunahme über die letzten zwei Jahrzehnte (siehe Box 1).

Box 1: Aktuelle Zahlen des Ressourcenverbrauchs in Österreich

Der heimische Materialkonsum (DMC) von Österreich betrug 1995 insgesamt 177 Millionen Tonnen und stieg bis 2012 auf 187 Millionen Tonnen an. Dies entspricht für das Jahr 2012 einem Verbrauch von 22 Tonnen pro Kopf bzw. 61 kg pro Person und Tag. Dabei entfielen pro Kopf und Jahr 5 Tonnen auf den Verbrauch von Biomasse, 3,3 Tonnen auf fossile Energieträger, 1,1 Tonnen auf Metalle und 12,7 Tonnen auf die Nutzung nicht-metallischer Mineralstoffe.

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung von Importen und Exporten gilt es zudem, die materiellen Vorleistungen der importierten und exportierten Güter zu berücksichtigen. Betrachtet man diese indirekten Ressourcenflüsse, liegt der Rohmaterialverbrauch (RMC) Österreichs weit über dessen heimischen Materialverbrauch (DMC). So betrug der Rohmaterialverbrauch im Jahr 2012 mehr als 31 Tonnen pro Kopf und Jahr bzw. 85 kg pro Person und Tag. Noch 2008 lag dieser Rohmaterialverbrauch bei 30 Tonnen pro Kopf und Jahr bzw. bei 80 kg pro Person und Tag.

Quelle: (Eisenmenger et al., 2015);(Statistik Austria, 2014)

Politische Initiativen im Bereich Ressourceneffizienz

Um ein zukunftsfähiges Wirtschaftssystem zu realisieren, müssen sich Unternehmen in der Produktion wie auch die Konsumgesellschaft insgesamt einem grundsätzlichen Wandel unterziehen. Ein solcher Wandel muss durch eine Veränderung der politischen und institutionellen Rahmenbedingungen gefördert werden.

Durch die Steigerung der Ressourceneffizienz soll eine Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch erzielt werden. Zusammen mit einem Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft (siehe thematischen Parallelbericht in RESET) sollen dadurch die negativen Umweltfolgen wirtschaftlichen Handels möglichst reduziert und die weitere Überschreitung ökologischer Grenzen zu verhindert werden.

Dabei ist es von zentraler Bedeutung, die verschiedenen Arten von Entkoppelung zu spezifizieren. Denn in Österreich und in vielen anderen Industrieländern wurde in den letzten

Jahrzehnten eine **relative Entkoppelung** erreicht; d.h. eine Entwicklung, in welcher der Ressourcenverbrauch langsamer ansteigt als das Wirtschaftswachstum (siehe Box 2). Langfristig muss jedoch insbesondere in Ländern wie Österreich mit einem hohen Pro-Kopf-Verbrauch eine **absolute Entkoppelung** erreicht werden, d.h. die Absenkung des Ressourcenverbrauchs eines Landes in absoluten Zahlen, bei gleichzeitig weiter wachsender Wirtschaft.

Box 2: Ressourceneffizienz und Entkoppelung

Ressourceneffizienz bezeichnet das Verhältnis zwischen Wertschöpfung und hierfür nötigem Ressourceninput. Sie gibt an, wie viel wirtschaftliche Leistung (in Euro) pro Einheit Materialeinsatz (in Kilogramm) erwirtschaftet wird. Eine steigende Effizienz bedeutet, dass für die Erzielung derselben Wertschöpfung weniger Material benötigt wird. Dazu kommt es entweder aufgrund eines langsameren Anstiegs des Ressourcenverbrauchs im Vergleich zum Bruttoinlandsprodukt (dies führt zu einer relativen Entkoppelung), oder aber es werden in absoluten Zahlen weniger Ressourcen verbraucht; es wird also eine absolute Entkoppelung erzielt (UNEP, 2011).

In den letzten 17 Jahren hat in Österreich die Ressourceneffizienz deutlich zugenommen. Im Jahr 1995 wurde pro Kilogramm Materialeinsatz 1,10 Euro Wertschöpfung erwirtschaftet; 2012 waren es hingegen 1,50 Euro pro Kilogramm Materialeinsatz, was einer Steigerung von 34% entspricht. Das bedeutet, dass heute mit einer Tonne Material im Vergleich zum Jahr 1995 beinahe um ein Drittel mehr Wirtschaftsleistung erbracht werden kann. In diesem Zeitraum stieg der Materialverbrauch zwar um 5,2%, da die Wachstumsrate der Wirtschaft mit einer Steigerung um 40,5% jedoch deutlich darüber lag, wurde eine Steigerung der Ressourceneffizienz um die oben genannten 34% erzielt. Es fand in Österreich somit eine relative Entkoppelung des Wirtschaftswachstums vom Materialverbrauch statt (Statistik Austria, 2014).

Die Strategie erhöhter Ressourceneffizienz als zentraler Ansatz für die Verringerung des Ressourcenverbrauchs und der damit einhergehenden Umweltauswirkungen findet sich bereits in mehreren politischen Maßnahmen wieder (Peters et al., 2015). Die Forderung erhöhter Ressourceneffizienz findet sich seit vielen Jahren in EU-weiten Politikmaßnahmen, aber auch in österreichischen Strategien wieder.

Der EU-weite „Fahrplan für ein Ressourcenschonendes Europa“ wurde im Rahmen der Europa-2020-Leitinitiative „A Resource Efficient Europe“ entwickelt. Europa 2020 gilt als Wachstumsprogramm für Europa bis zum Jahr 2020, wobei diese Leitinitiative das übergeordnete Ziel beschreibt, Investitionen und Innovationen im Bereich der Ressourceneffizienz zu sichern (European Commission, 2011b). Die EU-Mitgliedsstaaten sollen diese Zielsetzungen in ihren zukünftigen Maßnahmenstrategien berücksichtigen, wobei die Wege zur Umsetzung den einzelnen Ländern überlassen werden (Lebensministerium, 2011). Im Bereich „Klima und Energie“ wurde im Rahmen von Europa 2020 bereits ein konkretes Effizienzziel definiert, nämlich die Energieeffizienz bis 2050 um 20% im Vergleich zum Jahr 1990 zu steigern. Im Themenfeld des Materialverbrauchs konnte auf Europäischer Ebene bislang jedoch keine Einigung auf einen Vorschlag für konkrete Ziele erhöhter Ressourceneffizienz erzielt werden. Mögliche Zielwerte und geeignete Indikatoren wurden lediglich in einem Kommissionspapier diskutiert (European Commission, 2014).

Auf österreichischer Ebene wurde im „Nationalen Umweltplan“ aus dem Jahre 1994 festgehalten, dass die Schonung und optimale Nutzung der verfügbaren Ressourcen sowie der verstärkte Einsatz von erneuerbaren und Sekundärrohstoffen ein Schlüssel für eine nachhaltige Entwicklung Österreichs sind (Lebensministerium, 2011). Auf die im Jahr 2002 veröffentlichte Strategie zur Nachhaltigen Entwicklung (NSTRAT) basierend, wurde 2012 der

Ressourceneffizienz-Aktionsplan (REAP) vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft vorgestellt. Damit war Österreich das erste EU-Mitgliedsland, das auf den EU-weiten „Fahrplan für Ressourcenschonendes Europa“ reagierte. Der Ressourceneffizienz-Aktionsplan (REAP) formuliert das Ziel, die Effizienz der Nutzung natürlicher Ressourcen in Österreich zu steigern, um damit den Ressourcenverbrauch zu senken und gleichzeitig diesen vom Wirtschaftswachstum zu entkoppeln. Mithilfe des Aktionsplans soll die Ressourceneffizienz bis zum Jahr 2020 um mindestens 50% im Vergleich zu 2008 bzw. um einen Faktor 4 bis 10 bis zum Jahr 2050 gesteigert werden. Die Chancen, die sich durch eine Ressourceneffizienzsteigerung für Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft ergeben, sollen dabei innovativ und erfolgreich genutzt werden (Lebensministerium, 2011).

Tatsächlich konnten Ziele zur gesteigerten Ressourceneffizienz teilweise erreicht werden. Wie bereits in Box 2 beschrieben, fand in den letzten 17 Jahren in Österreich eine Effizienzsteigerung um 34% statt. Nur in wenigen Industrieländern geht diese Effizienzsteigerung jedoch mit einer absoluten Senkung des Ressourcenverbrauchs einher. Auch in Österreich resultierte die erhöhte Ressourceneffizienz nicht in einem verringerten, sondern in einem leicht steigenden absoluten Ressourcenverbrauch.

Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass nicht jede Effizienzsteigerung das Ziel eines gesenkten Ressourcenverbrauchs verfolgt. Wird beispielsweise die Wasserversorgung in Entwicklungsländern effizienter gestaltet, dient dies der gesteigerten Nutzung und Verfügbarkeit des Wassers für ihre Bevölkerung. Führt eine Effizienzsteigerung jedoch mit dem klaren Ziel einer Entkoppelung nicht zu einer Verbrauchssenkung, liegt dies zumeist am Rebound-Effekt. Dieser RESET Bericht ist daher diesem zentralen Thema gewidmet.

Ziele und Struktur dieses RESET Berichts

Der vorliegende RESET Bericht soll zu einem besseren Verständnis des Rebound-Effekts führen, den derzeitigen Wissensstand in Forschung und Politik darlegen und somit die Grundlage für gezielte Politikmaßnahmen zur Verringerung dieses Effektes schaffen. Box 3 fasst die wichtigsten Fragestellungen zusammen, die in diesem Bericht bearbeitet werden.

Box 3: Fragestellungen dieses RESET Berichts

Folgende Fragestellungen werden in diesem Bericht zu „Rebound-Effekten“ bearbeitet:

- Welche grundlegenden Arten von Rebound-Effekten existieren?
- Welche Akteure sind bei diesen Arten beteiligt, und welche unterschiedlichen Mechanismen spielen bei den verschiedenen Effekten eine zentrale Rolle?
- Welche Methoden zur Quantifizierung und Analyse der diversen Rebound-Effekten wurden bisher getestet, und welche Aussagen kann man mit ihnen treffen?
- Welche Erkenntnisse existieren über Motive und Entscheidungsverhalten im Bereich der Produzenten bzw. Konsumenten?
- Welche umweltpolitischen Instrumente können zur Verminderung bzw. Vermeidung von Rebound-Effekten in Produktion und Konsum eingesetzt werden?

Dieser RESET Bericht ist wie folgt aufgebaut. Zunächst werden in Kapitel 2 einleitend die Grundlagen des Rebound-Effektes erläutert, woraufhin in Kapitel 3 die unterschiedlichen Arten des Rebound-Effekts vorgestellt werden. Nach einem Überblick der bisher entwickelten Methoden zur Quantifizierung des Rebound-Effekts (Kapitel 4), folgt die Darstellung

dessen Ursachen und Mechanismen (Kapitel 5). Zuletzt werden in Kapitel 6 mögliche politische Instrumente zur Einschränkung beziehungsweise Vermeidung von Rebound-Effekten aufgezeigt und diskutiert, woraus in Kapitel 8 Schlussfolgerungen gezogen werden.

2. Grundlagen des Rebound-Effektes

Vom Rebound-Effekt ist die Rede, wenn die Steigerung der Ressourceneffizienz nicht in vorhergesehenem Maße zur Senkung des Ressourcenverbrauchs führt (siehe Box 4). Da Effizienzsteigerungen einen wesentlichen Motor wirtschaftlichen Wachstums darstellen, ist das Erreichen der Beibehaltung bzw. Senkung des Ressourcenverbrauchs und der damit einhergehenden Drosselung wirtschaftlichen Wachstums, mit großen Barrieren verbunden.

Box 4: Definition und Geschichte des Rebound-Effekts

Der Rebound-Effekt (engl. für Bumerang-Effekt) bezeichnet einen Effekt, der durch eine Entwicklung oder Maßnahme ausgelöst wird und die ursprünglich beabsichtigte Wirkung reduziert. In der Politik wird dieser Effekt auch als **Sekundäreffekt einer politischen Maßnahme** bezeichnet, die den ursprünglichen Zielsetzungen der Primärmaßnahme zuwiderlaufen (Peters et al., 2015). In der Energieökonomie bezeichnet der Rebound-Effekt die Tatsache, dass durch Effizienz hervorgerufene potentielle Einsparungen nicht erreicht werden (Schettkat, 2011).

Weitere Synonyme für den Rebound-Effekt sind etwa das Jevons Paradoxon, der Take-Back Effect oder auch der Khazzoom-Brookes-Effekt. Die Bezeichnung **Jevons Paradoxon** ist auf William Stanley Jevons zurückzuführen, der 1865 in seinem Buch „The Coal Question“ schildert, wie die Einführung der kohlebefeuernden Dampfmaschine zur Steigerung der Stahlproduktion führte. Die neue Dampfmaschine benötigte damals weniger Kohle und senkte damit den Preis der Produktion, wodurch der Kohleverbrauch insgesamt anstieg. Für Jevons war dies der Beweis dafür, dass effizientere Nutzung eines Rohstoffes letztendlich zu seiner erhöhten Nutzung führt (Van den Bergh, 2011). Der **Khazzoom-Brookes Effekt** geht hingegen auf Len Brookes und Daniel Khazzoom zurück. Sie haben ihre Arbeiten unter anderem unter Bezugnahme auf Jevons durchgeführt. Diese Analysen fanden im Bereich der Energienutzung statt, wobei sie sich hauptsächlich mit gesamtwirtschaftlichen Effekten beschäftigten.

Der Rebound-Effekt wird üblicherweise prozentual in Abhängigkeit der Effizienzsteigerung angegeben. Die erhoffte Senkung des Ressourcenverbrauchs bei einer Effizienzsteigerung um 10% beträgt beispielsweise bei gleichbleibender Nachfrage ebenfalls 10%. Mindert sich der Verbrauch lediglich um 5%, handelt es sich um einen Rebound-Effekt in Höhe von 50%. Bleibt der Ressourcenverbrauch konstant, beträgt der Rebound-Effekt 100%. Wenn nach der Effizienzsteigerung der Verbrauch sogar steigen sollte, wird von einem „Backfire-Effekt“ gesprochen – die Effizienzverbesserung wird damit sogar überkompensiert. Hier gilt also: Die Höhe des Rebound-Effekts ist jener „Prozentsatz einer effizienzsteigernden Maßnahme, der durch einen Anstieg der Nachfrage kompensiert wird“ (Santarius, 2012, 10).

Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang, dass der Rebound-Effekt sowohl innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens (kurz-, mittel-, langfristig), als auch innerhalb festgelegter Systemgrenzen zu bestimmen ist (Haushalt, Unternehmen, volkswirtschaftliche Ebene). Außerdem ist es wichtig, dass die gemessenen Veränderungen zeitlich versetzt stattfinden – bei parallel stattfindenden Verläufen liegt kein Rebound-Effekt vor (Sorrell, 2007). Rebound-Effekte treten in einer Vielzahl thematischer Bereiche und bei vielen Produkten auf (siehe Box 5 für einige Beispiele).

Box 5: Beispiele für den Rebound-Effekt auf Produktebene

Typische Beispiele des Rebound-Effekts sind Haushaltsgeräte wie Staubsauger, Kühlschränke, Wasch- und Geschirrspülmaschinen. Ursprünglich war zum Beispiel die Geschirrspülmaschine zwar zeiteffizient, aber wasser- und energieintensiv. Die Technologieeffizienz hat zu einem reduzierten Energie- und Wasserverbrauch geführt. Dies hatte zur Folge, dass nicht nur immer mehr Handwäsche von der Geschirrspülmaschine ersetzt, sondern auch die Anzahl zusätzlich durchgeführter Waschgänge erhöht und die durchschnittliche Spülladung verringert wurde. Die Effizienzsteigerungen bezüglich dieser Haushaltsgeräte über die letzten Jahre hinweg hat zu einer erhöhten Nachfrage und höherem Energieaufwand geführt (Peters et al., 2015).

Auch Gebäudesanierungen können zu ungewollten Rebound-Effekten führen. Werden Gebäude gedämmt oder Heizsysteme ausgetauscht, kann der Energieverbrauch durch das gute Gewissen, welches mit dem Heizen nun einhergeht, verstärkt werden. Zudem ist zu berücksichtigen, dass Sanierungen solcher Art ebenfalls Material benötigen.

Einem ähnlichen Prinzip unterliegt die Beleuchtung. Trotz deren stetig steigender Effizienz kommt es zu einem vielfach gesteigerten Energieverbrauch. So fand in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine Effizienzsteigerung der elektrischen Beleuchtung um das Dreifache statt, im selben Zeitraum verdoppelten sich jedoch die Ausgaben für Beleuchtung. Auch heute steigt trotz vermehrten Einsatzes von Energiesparlampen, der Energiekonsum für Beleuchtung stetig weiter.

3. Die verschiedenen Arten von Rebound-Effekten

In den bisherigen Forschungsarbeiten werden generell drei Arten von Rebound-Effekten unterschieden: der direkte Rebound-Effekt, der indirekte Rebound-Effekt sowie der gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekt, welcher als Summe der ersten beiden Effekte gilt. Direkte und indirekte Rebound-Effekte sind auf der Mikro-Ebene angesiedelt, gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte hingegen auf der makroökonomischen Ebene. Im Folgenden werden alle drei Arten vorgestellt, um daraufhin ihre möglichen Entstehungsweisen zu veranschaulichen.

Direkter Rebound-Effekt

Der direkte Rebound-Effekt bezieht sich auf die direkte Kausalverbindung zwischen der Effizienzsteigerung eines Produktes und dessen Nachfrage. So handelt es sich um einen direkten Rebound-Effekt, wenn aus der Effizienzsteigerung eines bestimmten Produktes eine Mehrnachfrage eben dieses Produktes unter sonst gleichbleibenden Umständen resultiert. Die Mehrnachfrage kann entweder in Form einer häufigeren Nutzung desselben Produktes (z. B. häufigere Autofahrten) oder seiner ressourcenintensiveren Nutzung (z. B. höhere Raumwärme und längere Beleuchtung) auftreten (Peters et al., 2015).

Die Mechanismen, die zu einem direkten Rebound-Effekt führen können, unterscheiden sich je nach Konsum- und Produktionsseite.

Auf der **Konsumseite** können Rebound-Effekte in Folge von Substitutions- und/oder Einkommenseffekten auftreten. Der Substitutionseffekt beschreibt den Ersatz eines Produktes durch ein anderes, in Folge von Effizienzsteigerungen billiger gewordenen Produkt. Hingegen bezeichnet der Einkommenseffekt den gesteigerten Konsum aufgrund freigewordener Realeinkommen, die ebenfalls Folge von Effizienzstrategien sind. Der Substitutionseffekt kann hierbei auch ohne Einkommenseffekt auftreten, beispielsweise wenn ursprünglich

teurere Autofahrten aufgrund des niedrigen Benzinverbrauchs preiswerter werden als Zugfahrten. Zugfahrten werden dann durch Autofahrten substituiert, auch wenn der Erwerb eines Autos teuer ist (Santarius, 2014).

Auf der **Produktionsseite** können hingegen Substitutions- oder Output-Effekte zum direkten Rebound-Effekt führen. Der Substitutionseffekt bezeichnet durch Effizienz hervorgerufene niedrigere Rohstoffkosten, die zu einem gesteigerten Einsatz bzw. zu einer Substitution von Kapital und Arbeit durch Ressourcen führen, wodurch der Produktionsoutput konstant gehalten wird. Die niedrigeren Ausgaben für Ressourcen führen also nicht zu einer geringeren Produktion, die Einsparungen werden lediglich für andere Faktoren ausgegeben. Von einem Output-Effekt ist die Rede, wenn Kosteneinsparungen sogar zu einer Produktionssteigerung führen. Durch die Effizienzsteigerung wird der Verbrauch von Inputfaktoren innerhalb der Produktion erhöht, mitunter auch die ursprünglich eingesparte Ressource.

In der Theorie kann der durch Konsumverhalten hervorgerufene direkte Rebound-Effekt durch eine Sättigung des Bedarfs am betreffenden Produkt oder an der betreffenden Dienstleistung gesenkt werden – so muss beispielsweise ab einer gewissen Raumwärme nicht weiter geheizt werden. Daraus lässt sich schließen, dass in Haushalten mit relativ niedrigem Einkommen ein höherer Rebound-Effekt zu erwarten wäre, da ihr Ausgangspunkt weiter von ihrem Sättigungspunkt entfernt liegt. Das wiederum würde bedeuten, dass mit steigendem Einkommen das Ausmaß eines Rebound-Effekts gemildert wird.

Im Zusammenhang damit tritt auch das Phänomen des „Grenzkonsumenten“ auf. Damit sind jene KonsumentInnen gemeint, die vor der Kostensenkung einen bestimmten Kauf nicht getätigt bzw. die Dienstleistung nicht wahrgenommen hätten (z. B. den Erwerb bzw. die Nutzung einer Klimaanlage). Überträgt man diese Annahmen auf eine aggregierte Ebene, so läge in Entwicklungsländern das momentane Niveau weiter vom Sättigungspunkt entfernt, wodurch auch ein höherer Rebound-Effekt im Vergleich zu Industrieländern zu erwarten wäre (Santarius, 2014).

Diese theoretischen Annahmen wurden unter anderem von Hong und Kollegen (2006) empirisch untersucht. Diese berechneten in englischen Haushalten mit niedrigem Haushaltseinkommen einen Rebound-Effekt von über 50% nach einer Gebäudeisolierung. Auch Girod und de Haan (2010) analysierten, ob Konsummuster und damit der Fußabdruck schweizer Haushalte mit dem Niveau des Haushaltseinkommens zunimmt. Sie kamen zum Ergebnis, dass Haushalte mit einem bereits hohen Haushaltseinkommen relativ gesehen höhere Ausgaben für qualitativ hochwertige Produkte haben, wodurch ihre CO₂ Emissionen mit steigendem Einkommen langsamer steigen. Ebenfalls interessant ist die Studie von Madlener und Hauertmann aus dem Jahr 2011. Sie schätzten für 11.000 deutsche Haushalte den direkten Rebound-Effekt der Energienachfrage, zum einen differenziert nach EigentümerInnen und MieterInnen, zum anderen nach ihrem Einkommensniveau. Dabei zeigten MieterInnen einen höheren Rebound-Effekt auf als EigentümerInnen. Zudem stieg der Rebound-Effekt unter den MieterInnen nochmals mit abnehmendem Einkommensniveau (Madlener and Hauertmann, 2011). Diese Studien belegen, dass Einkommensniveaus einen wichtigen Einfluss auf die Größe des direkten Rebound-Effektes ausüben.

Indirekter Rebound-Effekt

Der indirekte Rebound-Effekt bezeichnet die Mehrnachfrage nach weiteren Produkten, die in Folge von zunehmender Ressourceneffizienz eines bestimmten Produktes auftreten. Aufgrund der effizienzbedingten Preissenkung eines Produktes wird die freigewordene Kaufkraft auf anderem Wege investiert, was sogar einen ressourcenintensiveren Verbrauch zur Folge haben kann.

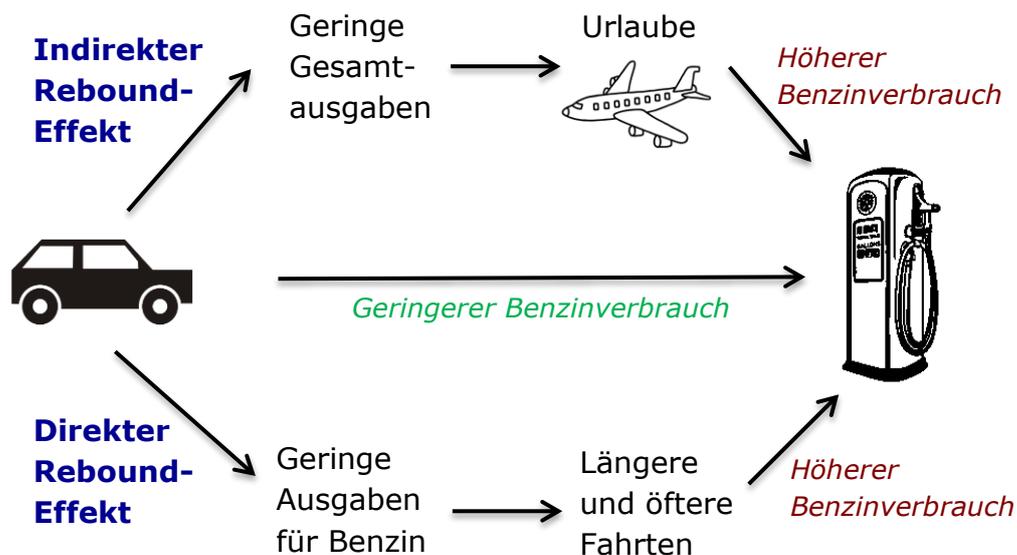
Der indirekte Rebound-Effekt setzt sich aus mehreren Teileffekten zusammen: Aus den sogenannten inkorporierten (embodied) Ressourcen und einer Reihe von Sekundäreffekten. Der Prozess der inkorporierten Ressourcen bezeichnet den zusätzlichen Mehraufwand zur Ermöglichung einer Effizienzsteigerung. Darunter fallen beispielsweise zusätzliche Ressourcen, die für die Herstellung eines Elektroautos, oder für eine Gebäudeisolierung benötigt werden. Hingegen bezeichnen Sekundäreffekte ein durch Effizienzsteigerung hervorgerufenes ökonomisches Wachstum. Dieses Wachstum geht mit der Entstehung neuer Bedürfnisse einher, verändert Konsumpräferenzen und Lebensstile, was wiederum in einer erhöhten Ressourcennutzung mündet (Bruckner and Fischer-Kowalski, 2008).

In Box 6 werden die Unterschiede zwischen direktem und indirektem Rebound-Effekt am Beispiel Mobilität veranschaulicht.

Box 6: Beispiel zur Unterscheidung des direkten und indirekten Rebound-Effekts

Zur Veranschaulichung des direkten und indirekten Rebound-Effekts wird hier die Wirkung ressourceneffizienter PKWs aufgezeigt. Wie in Abbildung 1 unten ersichtlich, entspricht der gewünschte Effekt der Ressourceneffizienz einem geringeren Endressourcenverbrauch. Die abweichenden Pfade veranschaulichen den möglichen gegenteiligen Effekt, hervorgerufen entweder durch den direkten oder den indirekten Rebound-Effekt. Ein ressourceneffizienteres Auto bringt geringere Ausgaben für Benzin mit sich, wodurch entweder öfter und/oder weitere Strecken gefahren werden. Das wiederum mündet in einem höheren Benzinverbrauch (direkter Rebound-Effekt). Der obere Pfad beschreibt den indirekten Rebound-Effekt. Aufgrund eines energieeffizienteren Autos werden hier die eingesparten Kosten für weniger zeitaufwendige Transportmittel wie Flugreisen verwendet (Sorrell, 2007 in Peters et al., 2015)

Abbildung 1: Direkter und indirekter Rebound-Effekt



Quelle: Eigene Darstellung, nach Sorrell, 2007.

Gesamtwirtschaftlicher Rebound-Effekt

Die Summe des direkten und indirekten Rebound-Effekts wird in seiner aggregierten Form als gesamtwirtschaftlicher Rebound-Effekt bezeichnet (auch tertiärer Rebound-Effekt genannt). Dieser Rebound-Effekt bezeichnet die strukturellen Veränderungen größerer Teile der Wirtschaft in Produktion, Verteilung und Entsorgung, die aufgrund veränderter Nachfrage-, Produktions- und Distributionsstrukturen entstehen. Er wird auch als ressourcenproduktivitätsbedingtes Wirtschaftswachstum verstanden (Peters et al., 2015; Santarius, 2014).

In Bezug zum oben genannten PKW-Beispiel, sieht ein gesamtwirtschaftlicher Rebound-Effekt wie folgt aus: Wenn alle BesitzerInnen eines ressourceneffizienten Fahrzeuges weniger Treibstoff verbrauchen, sinken aufgrund der geringeren gesamtwirtschaftlichen Nachfrage die relativen Preise für Treibstoffe (vorausgesetzt es tritt kein bzw. nur ein niedriger direkter Rebound-Effekt ein). Aufgrund der niedrigeren Preise bekommen andere Wirtschaftssektoren den Anreiz, verstärkt Treibstoff zu konsumieren, wodurch der Ressourcenverbrauch durch zusätzliche Produktion wieder zunimmt. Führen die niedrigen Produktionskosten zu niedrigen Endpreisen, wird dadurch wiederum der direkte und indirekte Rebound-Effekt verstärkt.

4. Methoden zur Quantifizierung von Rebound-Effekten

So wie nicht jede Erhöhung der Ressourceneffizienz zur intendierten Reduktion des Ressourcenverbrauchs führt, ist auch nicht jeder Mehrkonsum auf steigende Effizienz zurückzuführen. Die Komplexität der Messung von Rebound-Effekten besteht darin, eine direkte Kausalverbindung zwischen den beiden Faktoren Effizienz und Nachfrage zu erschließen. Trotz der hohen Relevanz des Rebound-Effekts befinden sich die Methoden zur dessen Berechnung noch im Anfangsstadium. Bisher gab es nur **wenige empirische Untersuchungen**, die dafür jedoch sehr unterschiedliche Ergebnisse lieferten. Dies ist zum einen

auf die Komplexität der Thematik, andererseits aber auch auf die mangelnde Datenverfügbarkeit zurückzuführen.

Ein Großteil der bisherigen Forschungsarbeiten beschäftigte sich aufgrund seiner deutlich einfacheren Berechnung mit dem direkten Rebound-Effekt. Die durchgeführten Untersuchungen fanden dabei mehrheitlich im Energiebereich statt (z. B. die Messung des Energieverbrauchs von Haushalten). Für seine Quantifizierung wird der Rebound-Effekt (REB in den beiden folgenden Formeln) generell als eine Art Elastizität betrachtet und mathematisch wie folgt definiert (Haas and Biermayr, 2000):

$$REB = \frac{\text{Prozentuale Änderung des Ressourcenverbrauchs}}{\text{Prozentuale Änderung der Reccourceneffizienz}}$$

bzw. $REB = \frac{\text{Erwartete Einsparung} - \text{Tatsächliche Einsparung}}{\text{Erwartete Einsparung}}$

Diese Formel zeigt, dass der Rebound-Effekt anhand der Faktoren „Ressourceneffizienz“ und „Ressourcenverbrauch“ abzuleiten ist. Die Höhe des Rebound-Effekts wird geschätzt, indem die prozentuale Änderung des Ressourcenverbrauchs in Verhältnis zur prozentualen Änderung der Reccourceneffizienz gesetzt wird. Die prozentuale Änderung des Ressourcenverbrauchs ergibt sich dabei aus der erwarteten Einsparung abzüglich der tatsächlichen Einsparung, wobei die prozentuale Änderung der Reccourceneffizienz der erwarteten Einsparung entspricht.

Über die Nutzung dieser mathematischen Definition sind sich die Forscherinnen und Forscher bisher einig, ihre methodischen Herangehensweisen und die Modifizierung der Indikatoren variiert zwischen den bisher vorliegenden Arbeiten jedoch stark. Im Folgenden werden exemplarisch Forschungsarbeiten und Studien vorgestellt, die einen möglichst breiten Überblick über die angewandten Methoden zur Schätzung des Rebound-Effekts geben sollen. Die Entwicklung von Quantifizierungsmöglichkeiten des Rebound-Effekts ist ebenso wichtig wie die Entwicklung von Politikmaßnahmen zu deren Eingrenzung. Nur mit einer methodischen Herangehensweise kann der Erfolg hinsichtlich einer Minimierung des Rebound-Effekts nachgewiesen werden.

Quantifizierung des direkten Rebound-Effekts

Bereits im Jahr 2000 haben Haas und Biermayr versucht, den direkten Rebound-Effekt im Energieverbrauch österreichischer Haushalte zu schätzen. Hierfür haben sie zunächst das Heizverhalten österreichischer Haushalte von 1970 bis 1995 untersucht und an 500 Haushalten den theoretisch benötigten Energieverbrauch mit dem tatsächlichen Energieverbrauch verglichen. Mit einer **ökonomischen Querschnittsanalyse** kamen sie zum Ergebnis, dass keine lineare Beziehung zwischen Energiekonsum und Dämmqualität der Gebäude besteht, was den Forschern zur Folge auf einen Rebound-Effekt hindeutete. Sie kamen dabei auf einen geschätzten direkten Rebound-Effekt in Höhe von bis zu 30% (Haas and Biermayr, 2000).

Auch Druckmann und Kollegen verglichen 2012 die erwarteten Einsparungen englischer Haushalte mit ihren tatsächlichen Ausgaben. Ihre Ergebnisse zeigen für Raumwärme einen direkten Rebound-Effekt von 7%. Den höchsten direkten Rebound-Effekt mit 51% schätzten sie bei Lebensmitteln. Sie vermuteten, dass in englischen Haushalten lediglich zwei Drittel der geplanten Einsparungen erreicht werden (Druckman et al., 2012).

Andere Forscherinnen und Forscher wiederum haben für die Schätzung des direkten Rebound-Effekts die Preiselastizität der Nachfrage nach Produkten analysiert. Beispielsweise haben Kratena und Kollegen (2010) in 3.500 österreichischen Haushalten die Preiselastizität von Lebensmitteln, Kleidung, Benzin, Heizung und Elektrizität untersucht. In Zeitreihen- und Querschnittanalysen berechneten sie unter Berücksichtigung des Einkommenseffekts die Elastizität in einem Fall unter gleichbleibenden Bedingungen (*ceteris paribus*), in anderen Fällen wiederum unter der Annahme weiterer Effizienzsteigerungen bis 2020 (Kratena et al., 2010; Maxwell and Owen, 2011).

Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 2 ersichtlich. Auf Basis derzeitiger Effizienz zeigt die Kategorie „Kleidung“ mit 160% deutlich die größte Preiselastizität bzw. den größten Rebound-Effekt. Außerdem ist interessant zu sehen, dass eine weitere Effizienzsteigerung zwar den Rebound-Effekt für Kraftstoffe reduzieren, den Rebound-Effekt für Heizen und Elektrizität jedoch verstärken würde.

Tabelle 2: Ergebnisse zum Rebound-Effekt

Produkt	Rebound – ceteris paribus	Rebound nach weiterer Effizienzzunahme
Lebensmittel	11%	-
Kleidung	160%	-
Kraftstoff/Benzin	46%	20%
Heizen	26%	50%
Elektrizität	12%	20%

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf (Maxwell and Owen, 2011)

Eine Schwachstelle dieser Vorgehensweise ist es, dass KonsumentInnen ganz unterschiedlich auf Preisänderungen reagieren können und die Veränderungen im Zeitverlauf nur schwer zu erfassen sind (Santarius, 2014). Ausschließlich die durchschnittliche Preiselastizität für die Berechnung von Rebound-Effekten heranzuziehen, greift daher zu kurz.

Quantifizierung des indirekten Rebound-Effekts

Chitnis und Kollegen (2013) haben mithilfe von **Input-Output (IO) Modellen** und der Methode der **Lebenszyklusanalyse (LCA)** den direkten und indirekten Rebound-Effekt des Heiz- und Beleuchtungsverhalten englischer Haushalte untersucht. Die LCA wurde angewandt, um zunächst die Umweltauswirkungen, wie z. B. den CO₂ Ausstoß von Produkten zu berechnen. Input-Output Modelle veranschaulichten hingegen, aufgeteilt nach Wirtschaftssektoren, wie viel Inputs (Ressourcen) für die Bereitstellung eines bestimmten Outputs (Endprodukt) aufgewendet wurden (siehe Box 7). Neben den grundlegenden Faktoren wie Ressourcenverbrauch und Effizienzsteigerung wurden zusätzlich Einkommens- und Substitutionseffekte berücksichtigt. Die Schätzungen für die Energieeffizienz englischer Haushalte ergaben einen Rebound-Effekt in der Höhe von insgesamt 10% bis 15%. Außerdem wurde herausgefunden, dass der Einkommenseffekt 13% des Rebound-Effekts im Bereich Heizen ausmacht und dieser ebenfalls für 12,5% des Rebounds bei der Beleuchtung verantwortlich ist (Chitnis et al., 2013).

Box 7: Übersicht zu den Quantifizierungsmethoden von Rebound-Effekten

Die Lebenszyklusanalyse (LCA) beinhaltet in ihrem Kern eine Ökobilanz, bei der die verschiedenen Umweltwirkungen eines Produktes im Laufe dessen gesamten Lebenszyklus erhoben und bewertet werden. Darin berücksichtigt ist der Prozess der Rohstoffentnahme, der Produktion, der Nutzung des Produkts bis hin zu dessen Entsorgung. Zu den Umweltwirkungen zählen dabei die Entnahmen von natürlichen Ressourcen aus der Umwelt (Rohstoffe und Wasser), als auch die mit Produktion und Weiterverarbeitung einhergehenden Emissionen.

Die Input-Output (IO) Analyse wurde vom russisch-amerikanischen Ökonom Wassily Leontieff entwickelt. Er untersuchte, welchen Einfluss die Veränderungen der Nachfrage nach Produkten auf die verschiedenen Sektoren im ökonomischen System aufweisen. Für diese Arbeiten erhielt er 1973 den Nobelpreis. Die Analyse findet auf Basis von sogenannten Input-Output-Tabellen statt, welche die sektoralen Verflechtungen innerhalb einer Volkswirtschaft umfassen. Dabei wird gezeigt, welcher Sektor mit welchen anderen Sektoren in einem bestimmten Ausmaß (in monetären oder physischen Einheiten) Austauschbeziehungen besitzt. Beispielsweise kauft der Autozulieferer von verschiedenen Metallteil-Produzenten und verkauft dafür die hergestellten Teile an die Autoindustrie weiter. Diese Art der Analyse kann dabei um Daten zu Umweltauswirkungen wie Ressourcennutzung, Emissionen, Landnutzung, etc. erweitert werden. Eine solche erweiterte IO-Tabelle kann also die verschiedenen Sektoren der Volkswirtschaft mit ihren jeweiligen Umweltauswirkungen repräsentieren. Auf dieser Basis lassen sich ebenfalls alle lebenszyklusweiten Umweltauswirkungen von Sektoren oder Produktgruppen quantifizieren.

Gleichgewichtsmodelle (englisch: Computable General Equilibrium (CGE) models) können in unterschiedlichen ökonomischen Bereichen angewandt werden, sie betrachten dabei die Volkswirtschaft auf makroökonomischer Ebene. Es werden Modelle erstellt, welche einzelne Faktoren einer Volkswirtschaft wie den Konsum und/oder Preise für verschiedene Produkte, aber auch gesamtwirtschaftliche Effekte wie Wirtschaftswachstum, darstellen und erklären können. Diese Art von Modellen wird vielfach für die Berechnung der verschiedenen Auswirkungen verschiedener (Politik) Szenarien angewendet.

Quantifizierung des gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekts

Auch Pfaff und Sartorius (2015) haben mithilfe der Input-Output Analyse das Ausmaß des Einkommens-Effekts auf den Rebound-Effekt untersucht. Die auf Input-Output Tabellen basierende Analyse wurde für Sektor-spezifischen Materialverbrauch im Rahmen von Effizienzprojekten in Deutschland herangezogen. Um daraus auf den gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekt zu schließen, wurde die Zunahme am Ressourcenverbrauch mit theoretischen Einsparungen verglichen, woraus sich durchschnittlich ein gesamtwirtschaftlicher Rebound-Effekt von 3,8% ergab (Pfaff and Sartorius, 2015).

Ebenfalls können auf makroökonomischer Ebene **Gleichgewichtsmodelle** (computable general equilibrium, CGE) für die Schätzung von gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekten herangezogen werden (siehe Box 7). Dabei wird beobachtet, wie die Volkswirtschaft auf gewisse sektorale Änderungen reagiert (Maxwell and Owen, 2011). Barker und Kollegen wandten diese Methode an um vorherzusagen, dass Energieeffizienz im Bereich Transport, Unterkunft, Gebäude und im Industriesektor zu einem gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekt von 52% bis zum Jahre 2030 führen kann (Barker et al., 2009).

Die folgende Tabelle liefert einen vergleichenden Überblick über die Arten des Rebound-Effektes und der verschiedenen Quantifizierungsmethoden.

Tabelle 3: Überblick Rebound-Arten und ihre Quantifizierungsmethoden

Rebound-Typ	Verwendete Methoden
Direkt	LCA Analysen Preis- bzw. Einkommenselastizität Querschnittsanalysen
Indirekt	Input-Output Analysen
Gesamtwirtschaftlich	Input-Output Analysen makroökonomische Gleichgewichtsmodelle

Quelle: basierend auf (Maxwell and Owen, 2011)

Grundsätzlich ist hier zu erwähnen, dass noch Unklarheiten bezüglich der Genauigkeit der Daten, der Annahmen und der Validität der Modelle zur Quantifizierung von Rebound-Effekten herrschen (Maxwell and Owen, 2011). Je nach angewandter Methodik, des gesetzten Zeitrahmens (lang-, mittel-, kurzfristig), der Ebene der Analyse (Makro-, Meso-, Mikro-Ebene) aber auch anhand der Annahmen über Effizienzsteigerungen und den theoretischen Annahmen, kann die Höhe des geschätzten Rebound-Effekts variieren (Schettkat, 2011).

Es ist jedoch wichtig festzuhalten, dass über die verschiedenen Methoden hinweg die Ergebnisse klar auf die Existenz von Rebound-Effekten hinweisen. Aus diesem Grund ist es essentiell, umweltpolitische Maßnahmen zu entwickeln, welche den Rebound-Effekt adressieren. Gleichzeitig besteht die Notwendigkeit, auf wissenschaftlicher Ebene an der Verbesserung der Methoden zur Messung des Rebound-Effekts zu arbeiten.

5. Ursachen und Mechanismen

Allein durch die Unterscheidung verschiedener Rebound-Effekte und deren Messung wird nicht klar, wie Rebound-Effekte letztendlich entstehen. Um dies zu klären, werden zunächst die möglichen Ursachen aus der finanziellen, sozialpsychologischen und der regulatorischen Perspektive veranschaulicht. Daraufhin wird auf die zugrunde liegenden Mechanismen der jeweiligen Akteursebene eingegangen.

Mögliche Ursachen des Rebound-Effekts

Die Ursachen für die Entstehung des Rebound-Effekts werden in der Literatur in drei Aspekten diskutiert: (1) finanzielle Aspekte, (2) sozial-psychologische Effekte sowie (3) regulatorische Effekte. Auf diese verschiedenen Aspekte soll im Folgenden eingegangen werden.

(1) Finanzielle Aspekte: Wie bereits oben erwähnt, kann der Rebound-Effekt durch finanzielle Aspekte hervorgerufen werden, da als Folge erhöhter Ressourceneffizienz finanzielle Mittel freiwerden. Dieser Effekt ist unvermeidbar, sobald Effizienzmaßnahmen zu Kostensenkungen führen. In welchem Ausmaß dies jedoch stattfindet, hängt von der Elastizität des Preises und der Nachfrage ab (siehe auch weiter unten). Die frei gewordenen finanziellen Möglichkeiten können zum erhöhten Konsum desselben Produktes führen und so einen direkten Rebound-Effekt hervorrufen, oder die Investition in alternative Güter steigern (indirekter Rebound-Effekt).

Der aus finanzieller Sicht betrachtete Rebound-Effekt kann wiederum einem Einkommens-Effekt, einem Re-Investitions-Effekt und/oder einem Marktpreis-Effekt zu Grunde liegen. Der **Einkommenseffekt** beschreibt, wie die Ressourceneffizienzmaßnahmen auf der Konsumseite ökonomisch amortisiert werden, wodurch ein realer Einkommensgewinn für die VerbraucherInnen entsteht. Dieser Einkommensgewinn kann je nach Art der Investition einen direkten oder indirekten Rebound-Effekt zur Folge haben (siehe auch Box 6 oben).

Führen effizienzbedingte Kosteneinsparungen auf der Produktionsseite zu einem realen Einkommensgewinn, wird von einem **Re-Investitions-Effekt** gesprochen (siehe Box 8 für ein Beispiel dieses Effekts). Die Unternehmen weiten aufgrund ihrer Kosteneinsparungen entweder die Produktion des ursprünglichen Produktes aus (direkter Rebound-Effekt) oder sie investieren in andere Produkte bzw. schaffen durch das Re-Design des herkömmlichen Produktes eine attraktivere Version (indirekter Rebound-Effekt). Sollten Unternehmen die Kosteneinsparungen hingegen zur Anhebung der Löhne nutzen, führt dies wiederum zum Einkommenseffekt.

Die auf der Akteursebene stattfindenden Effekte können aggregiert zu einem gesamtwirtschaftlichen Effekt führen, der aus finanzieller Sicht als **Marktpreis-Effekt** bezeichnet wird. Dieser kommt zustande, wenn die Nachfrage innerhalb eines Sektors die Nachfrage anderer Sektoren stimuliert. Wenn beispielsweise, wie theoretisch vorgesehen, effizientere Autos zu einer generell geringeren Nachfrage nach Treibstoffen führen, würde der damit einhergehende Preisverfall der Treibstoffe ebenfalls die Nachfrage aus anderen Sektoren stimulieren. So beeinflussen die Treibstoffkosten nicht nur die Automobilnutzung sondern auch die Nachfrage nach allen anderen energieverbrauchenden Produkten, wie Kettensägen und Laubbläser (Santarius, 2012).

Box 8: Illustratives Beispiel zum Re-Investitions-Effekt

Ein Re-Design im Zuge des Re-Investitions-Effekts ist typischerweise in der Automobilbranche zu finden: Nicht alle Effizienzsteigerungen in der Automobilindustrie werden zur Produktion ressourcenschonenderer Fahrzeuge genutzt, vielmehr kommt es zu leistungsstärkeren Fahrzeugen bei gleichbleibendem Verbrauch (Santarius, 2012). Dieser Trend wird vor allem bei einer historischen Betrachtung ersichtlich. Ein Gutachten des Deutschen Umweltverbands in Zusammenarbeit mit dem Verkehrsclub Deutschland hat ergeben, dass sich die Fahrzeuggewichte kontinuierlich erhöht haben und weiter erhöhen. Da der Durchschnittsverbrauch eines PKWs unter anderem von seinem Gewicht abhängig ist, kann so die mögliche Verbrauchseinsparung nicht realisiert werden. Beispielsweise wog ein VW Golf im Jahr 1974 nur 750 kg, das Gewicht stieg jedoch bis 2015 auf insgesamt um 1,2 Tonnen an. Nicht nur das Gewicht legte im Durchschnitt um 1,6% jährlich zu, auch die Motorleistung stieg jährlich um 2,9%. Der durchschnittliche Verbrauch eines VW Golfs entspricht derzeit 4,5 Litern Benzin auf 100 km. Bei einem Gewicht von 800 kg, wie im Jahre 1978, würde dies einem Verbrauch von 3,3 Litern entsprechen (Helmers, 2015).

(2) Sozialpsychologische Aspekte: Der sozialpsychologische Aspekt beschäftigt sich mit dem „mentalalen Konto“ der EndkonsumentInnen, die sich den Mehrkonsum effizienter Produkte „erlauben“. Ursprünglich als umweltschädlich eingestufte Produkte können aufgrund ihrer Effizienzsteigerung und der damit einhergehenden ökologischen Vertretbarkeit zu dessen Mehrverbrauch führen. Der aus dieser sozialpsychologischen Perspektive entstandene direkte Rebound-Effekt wird als „Moral-Hazard-Effekt“ bezeichnet. Wenn die Entscheidung zu einem Mehrverbrauch nicht rational intendiert stattfindet, wird von einem „Moral-Leaking-Effekt“ gesprochen.

Damit kann beispielsweise der Mehrverbrauch eines ressourceneffizienten Produktes, wie die steigende Kilometerzahl nach Erwerb ressourceneffizienter Autos, erklärt werden, da

bereits der Erwerb gewissensberuhigend wirkte. Auch der indirekte Rebound-Effekt kann auf möglich sozialpsychologische Faktoren zurückgeführt werden. Der „Moral-Licensing-Effect“ besagt, dass der Erwerb ressourceneffizienter Produkte den Konsum anderer umweltschädlicher Produkte steigert. So rechtfertigt beispielsweise der niedrige Benzinverbrauch aufgrund eines effizienten Autos häufigere Flugreisen.

(3) Regulatorische Aspekte: Der regulatorisch induzierte Rebound-Effekt tritt ein, wenn günstige regulatorische Anforderungen für neue Technologien zu übermäßigem Einsatz dieser neuen Technologien führen. Hierzu kann es etwa kommen, wenn der Staat Technologien und Effizienzsteigerungen fördert, dabei jedoch Maßnahmen zu lange oder zu spät einsetzt, etwa in Form von nicht optimal wirksamen staatlichen Vorschriften oder Subventionen. Das volle Einsparpotential wird dabei nicht genutzt und teilweise kompensiert (Peters et al., 2015). Ein Beispiel ist hier der Kauf von größeren elektronischen Geräten aufgrund von Kaufprämien oder ihrer höheren Energie-Effizienz-Klasse. Größere Kühlschränke weisen beispielsweise öfter die höchste Effizienzklasse A++++ auf als kleinere Kühlschränke. Zu einem ähnlichen Effekt kommt es im Zuge der Verbilligung von Hybridfahrzeugen (beispielsweise durch staatliche Förderungen). KonsumentInnen neigen dadurch zum Neukauf von Fahrzeugen oder zum Ersatz von Fahrrädern durch Elektrofahrräder.

Die Investition in Effizienztechnologien und dessen Einsatz benötigt außerdem neue Kapazitäten und Infrastrukturen, die teilweise zur Entstehung neuer Märkte führen („Neue-Märkte-Effekt“). Als Beispiel ist hier der Einsatz von Windrädern zu nennen, die zum Aufbau neuer Infrastrukturen führen und damit auch neue Arbeitsplätze kreieren, jedoch auch beträchtliche Ressourceneinsätze bewirken; so beinhaltet ein Windrad über 2000 Tonnen an Materialien, insbesondere Beton, Stahl und Kupfer (Thorsten, 2011).

Auf der Konsumseite ist außerdem zu berücksichtigen, dass der Erwerb eines effizienten Produktes nicht immer zum Ersatz des herkömmlichen Produktes führt. Oftmals werden diese Produkte zusätzlich angeschafft. So wird beispielsweise beim Kauf eines effizienteren Fernsehers der alte Fernseher nicht entsorgt, sondern in einem anderen Raum weiterverwendet (Santarius, 2012).

In Tabelle 1 sind die wichtigsten Entstehungsgründe für Rebound-Effekte noch einmal zusammen gefasst.

Tabelle 1: Rebound-Effekte nach ihren Entstehungsgründen

Gründe zur Entstehung	Äußerungen des Rebound-Effekts	Arten des Rebound-Effekts
Ökonomische, sozio-psychologische und/oder regulatorische Gründe	Erhöhte Nachfrage nach demselben Produkt oder Dienstleistung	Direkter Rebound-Effekt
	Erhöhte Nachfrage nach anderen Gütern und/oder Dienstleistungen	Indirekter Rebound-Effekt
	Anpassung der Produktion an die neuen Nachfragemuster	Volkswirtschaftlicher Rebound-Effekt

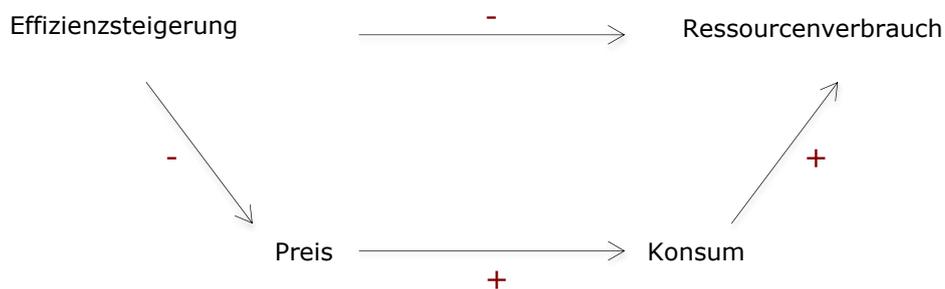
Quelle: Eigene Darstellung, nach Peters et al., 2015.

Mechanismus des Rebound-Effekts

Beim Rebound-Effekt kommen verschiedenen Akteuren auf unterschiedlichen Ebenen wirtschaftlichen Handelns unterschiedliche Rollen zu. Die Hauptakteure bilden die zwei Akteursgruppen der ProduzentInnen und EndkonsumentInnen, wobei die Politik als dritter Akteur ebenfalls einen großen Einfluss ausübt. Die Akteursfelder sollen anhand schematischer Darstellungen des Rebound-Effekts im Folgenden näher skizziert werden.

Wie aus folgender Abbildung 2 ersichtlich ist, durchläuft der Mechanismus des Rebound-Effekts vier grundlegende Schritte. Dieser Prozess kann vollständig auf der Konsumseite oder der Produktionsseite angesiedelt sein oder auch im Zwischenspiel der beiden Akteursgruppen stattfinden.

Abbildung 2: Mechanismus des Rebound-Effekts



Quelle: Eigene Darstellung, nach Bruckner und Fischer-Kowalski, 2008.

Mechanismus des Rebound-Effekts auf der Konsumseite

Erwirbt der Endverbraucher/die Endverbraucherin ein ressourceneffizientes Produkt um seinen/ihren Ressourcenverbrauch zu reduzieren, tritt folgender Mechanismus ein: Das ressourcenschonende Produkt geht mit Kosteneinsparungen einher, wodurch dessen Verbrauch angekurbelt wird. Der gesteigerte Konsum führt damit zu einem insgesamt erhöhten Ressourcenverbrauch (siehe auch das PKW-Beispiel oben).

Mechanismus des Rebound-Effekts auf der Produktionsseite

Eine Effizienzsteigerung innerhalb des Produktionsprozesses geht für die ProduzentInnen ebenfalls mit Kosteneinsparungen einher. Dieses zusätzlich zur Verfügung stehende Kapital führt wiederum dazu, dass die eingesparten Ressourcen entweder für eine erhöhte Produktionszahl oder eine Alternativproduktion eingesetzt werden, was letztendlich zu einem höheren Ressourcenverbrauch führt.

Mechanismus des Rebound-Effekts im Zusammenspiel zwischen Konsum- und Produktionsseite

Der Ausgangspunkt für die Entstehung des Rebound-Effekts liegt in der Effizienzsteigerung des Produktionsprozesses, der unter anderem durch politische Anreize wie Subventionen ausgelöst werden kann. Durch die ressourceneffizientere Produktion und Kosteneinsparung der Unternehmen können die Produkte preisgünstiger angeboten werden, was dessen Nachfrage stimuliert. Der gestiegene Konsum führt wiederum zur Kompensation der ursprünglich eingesparten Ressourcen.

Abgrenzung des Rebound-Effekts

Nicht jeder Mehrkonsum stellt einen Rebound-Effekt dar, weshalb eine klare Abgrenzung von allgemeinen Effekten im Kontext des Wirtschaftswachstums vorzunehmen ist. Grundsätzlich kann nur von einem Rebound-Effekt gesprochen werden, wenn dem Prozess eine Effizienzsteigerung vorausgeht. Zur Effizienzsteigerung kommt es entweder durch technologische Entwicklungen oder aufgrund von Politikmaßnahmen mit dem expliziten Ziel einer Effizienzsteigerung (Umwelt-, Energie-, Klima-, Ressourcen- oder Wirtschaftspolitik). Jedoch können auch Politikmaßnahmen in anderen Bereichen mit einem indirekten Einfluss auf Umweltfragen (Industrie-, Handels-, Forschungs- und Steuerpolitik) zu einer Effizienzsteigerung führen.

Weiter ist zu berücksichtigen, dass nicht jede effizienzinduzierte Preisänderung gleichermaßen auf die Nachfrage wirkt. Um das Verhältnis zwischen der relativen Preisänderung eines Gutes zur relativen Nachfragemenge desselben Gutes oder weiterer Güter zu bestimmen, wird die sogenannte **Preiselastizität** bestimmt. Die Preiselastizität gibt an, in welchem Ausmaß Preisänderungen zu Nachfrageveränderungen führen. Beträgt die berechnete Preiselastizität Null, handelt es sich um eine unelastische Nachfrage – darunter fallen lebensnotwendige Güter, wie zum Beispiel Lebensmittel oder Strom. Die Nachfrage bleibt also unabhängig von der Höhe des Preises unverändert. Liegt die Elastizität über Null wird von einer elastischen Nachfrage gesprochen. Eine elastische Nachfrage tritt bei Luxusgütern wie Reisen oder Klimaanlage auf. Eine Änderung im Preis wirkt sich hier maßgeblich auf dessen Nachfrage aus.

Eine Preiselastizität von 1 bedeutet beispielsweise, dass bei einer Senkung des Preises um 1% die Nachfrage ebenfalls um 1% steigt. Ist die Preiselastizität größer als 1, kommt es zu einer überproportionalen Mengenänderung. Daraus lässt sich schließen, dass Güter mit einer hohen Preiselastizität einen höheren direkten Rebound-Effekt hervorrufen. Die Höhe der Preiselastizität ist zum einen abhängig vom Betrachtungszeitraum – da sich KonsumentInnen eher langfristig auf Preisänderungen einstellen können, steigt dieser mit der Zeit. Zum anderen wird angenommen, dass die Preiselastizität proportional mit dem Anteil der Kosten an den Haushaltsausgaben steigt. Je größer also der Anteil eines Gutes an den Haushaltskosten, desto stärker reagiert dieser auf Preisänderungen (Bruckner and Fischer-Kowalski, 2008).

6. Umweltpolitische Instrumente

Um einen schonenden und zukunftsorientierten Umgang mit natürlichen Ressourcen zu erreichen, ist es nicht ausreichend, den Rebound-Effekt in existierenden umweltpolitischen Instrumenten mit zu berücksichtigen. Vielmehr ist es notwendig, spezifische Instrumente zu entwickeln, die diesen direkt adressieren. Im Folgenden werden unterschiedliche Politikmaßnahmen vorgestellt, die der Entstehung und dem Ausmaß eines möglichen Rebound-Effekts entgegenwirken können. Zunächst sollen mögliche Dreh- und Angelpunkte beschrieben werden, um daraufhin klare Maßnahmen zu bestimmen. Mit technologischen, Fiskal- und Verhaltens-Instrumenten/Werkzeugen könnten sowohl der direkte, als auch der indirekte und gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekt gedrosselt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass nur eine Kombination aus den drei genannten Maßnahmenbereichen erfolgreich und längerfristig gegen den Rebound-Effekt wirken kann.

Technologische Maßnahmen

Um Rebound-Effekten längerfristig entgegenwirken zu können, reichen alleinige Interventionen im Bereich der Technologie nicht aus. Die technologischen Fortschritte sind dabei mit nachhaltigem Verhalten zu kombinieren. Dennoch könnten beispielsweise umwelteffiziente Standardeinstellungen bei technischen Geräten bzw. für die Nutzung neuer Technologien dabei behilflich sein. So könnte beispielsweise der Energiesparmodus bei Geräten als Werkeinstellung festgelegt werden, der gezielt von NutzerInnen aufgehoben werden muss (Peters et al., 2015).

Eine weitere Option wäre es, Produktionsrichtlinien festzulegen. So könnten zum Beispiel Limits für die maximal eingesetzte Menge an Ressourcen in spezifische Produktionsprozesse gesetzt werden. Aber auch die produzierten Güter könnten anhand ihres Ressourcenverbrauchs klassifiziert werden. Dies würde zum Beispiel bedeuten, dass nur noch Güter produziert werden, die den höchsten Energiestandard (A⁺⁺⁺) vorweisen. Eine Methode zur Limitierung von Gütern mit unzureichender Effizienz wäre die direkte Limitierung der Produktion und/oder des Verbrauchs, beziehungsweise die Versteuerung der im Produktionsprozess benötigten Ressourcen (siehe dazu auch Fiskalmaßnahmen weiter unten). Auch die Umsetzung des sogenannten „Front-Runner-Prinzips“ stellt eine Möglichkeit dar. Darin setzt das energieeffizienteste Gerät den Standard für alle anderen auf dem Markt befindlichen Produkte. Dieses Prinzip wird bereits seit 1998 in Japan angewandt und führte dort zu großen Effizienzfortschritten in einer großen Anzahl von Konsumgütergruppen, darunter Fahrzeuge, Haushalts- sowie Elektronikgütern. Zusätzlich führt die Einführung dieses Prinzips zu einem verstärkten Wettbewerb und erhöhter Innovationstätigkeit in Unternehmen, die nun gegeneinander im Wettlauf um höhere Effizienz antraten (Kimura, 2010). Ein solches Prinzip könnte auch auf europäischer Ebene eingeführt werden.

Verhaltensmaßnahmen

Eine Maßnahme, die direkt auf die Handlung der KonsumentInnen gerichtet ist, kann beispielsweise mit einer Anti-Raucher Kampagne vergleichsweise illustriert werden. Es geht hierbei darum, durch Informations- und Kommunikationsmaßnahmen gewisse Handlungen (wie den Mehrkonsum) für Personen unattraktiv zu gestalten. Solche Maßnahmen können auch sinnvoll sein, wenn KonsumentInnen dazu neigen, ihre Ressourceneinsparungen zu unterschätzen. Dies kann in Form von Verhaltenstrainings bezüglich neuer Technologien stattfinden oder auch in Form ausführlicher Kennzeichnungen von Produkten. Solche Produktkennzeichnungen, die dezidiert auf eine hohe Ressourceneffizienz hindeuten sind derzeit nicht etabliert, jedoch gibt es eine Vielzahl an Labels, die entweder Informationen zum Ressourceneinsatz (z.B. ProPlanet, www.proplanet-label.at oder Zurück zum Ursprung, www.zurueckzumursprung.at) oder zur Energieeffizienz bzw. dem CO₂-Abdruck (z.B. das Carbon-Trust-Label, www.carbontrust.com) anführen. Notwendig wäre hier die Vorgabe eines allgemeinen bzw. offiziellen Standards zur Ausgestaltung eines solchen Labels, der vorgibt, welche Ressourcenkategorien mit einbezogen werden und wie deren lebenszyklusweite Einsatz quantifiziert wird. Weitere Ansätze zu ressourcenschonendem Konsum sind dem RESET Bericht „Nachhaltiger Konsum“ zu entnehmen.

Fiskalmaßnahmen

Mit der Effizienz einhergehende Preis- bzw. Kostensenkungen stellen eine grundlegende Problematik dar, deren Vermeidung den Rebound-Effekt mindern oder ganz lösen könnte.

Je höher die Reduktion der Stückkosten durch eine Effizienzmaßnahme, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit und das Ausmaß eines Rebound-Effekts. Als Reaktion könnte der Rebound-Effekt mit der Vergrößerung von Preisunterschieden zwischen ressourcenineffizienten und -effizienten Gütern, also durch ausbleibende Preissignale vermieden werden (Peters et al., 2015).

Eine Änderung des **Preises** effizienter und ineffizienter Güter kann auf unterschiedliche Weise entstehen, wie etwa durch die Internalisierung externer Umweltkosten oder durch eine überdurchschnittliche Versteuerung ineffizienter Güter (Reuser et al., 2014). Beispielsweise würde das Besteuern der Luftfahrt auf der Basis entstehender negativer Umweltexternalitäten (Bsp. Klimawandel, Luftverschmutzung und Lärm), die Nachfrage nach Flügen und den damit verbundenen Auswirkungen reduzieren (Maxwell et al., 2011). Die Steuer müsste jedoch mit steigender Energieeffizienz ebenfalls schrittweise angehoben werden (Weizsäcker et al., 2010). Dies kann durch den Wettbewerbsvorteil effizienter Güter besonders dem finanziellen Rebound entgegenwirken. Aber auch dem psychologischen Rebound-Effekt könnte aufgrund des preislichen Signals entgegengewirkt werden, wodurch sich auch längerfristig Normen zu ressourcenschonendem Verhalten stärken können (Peters et al., 2015).

Steuerliche Maßnahmen basieren auf der Annahme, dass steigende Kosten den Konsum drosseln. Die Hauptakteure in der Entwicklung und Umsetzung solcher steuerlichen Maßnahmen sind die Europäische Kommission, die Mitgliedsstaaten und die regionalen Behörden. Da angenommen wird, dass Haushalte mit einem niedrigen Einkommensniveau einen größeren Prozentteil ihres Einkommens für lebensnotwendige Güter ausgeben, Haushalte mit höherem Einkommensniveau hingegen eher für Luxusgüter, könnten konstante Steuersätze die benachteiligten Haushalte mit geringen Einkommen erheblich beeinträchtigen. Eine Umsetzung muss daher soziale Ausgleichsmaßnahmen für einkommensschwache Personengruppen wie Pensionisten, Arbeitslose oder Mehrkinderfamilien beinhalten.

Es ist außerdem zu erwähnen, dass die Einführung einer neuen Steuer auch eine neue Einnahmequelle für den Staat bedeutet. Diese Einnahmen müssen zielführend (bzw. zweckgebunden) angelegt werden, da bestimmte Investitionen mit einem höheren Konsum der Bevölkerung einhergehen könnten (Bsp. Infrastruktur und Autoerwerb). Dies hätte die Umwandlung eines direkten Rebound-Effekts in einen indirekten oder gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekt zur Folge. Eine Möglichkeit wäre es daher, die Einnahmen in die Forschung und Entwicklung von Technologien zu reinvestieren, die wiederum effizienzsteigernd wirken (Maxwell et al., 2011). Ob Steuern letztendlich zu Umweltverbesserungen führen, hängt also davon ab, wofür die Einnahmen aus diesen Steuern aufgewendet werden. Als Beispiel kann hier die Schweiz herangezogen werden, die eine CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe erhebt. Die daraus entstehenden Einnahmen werden zweckgebunden zur Förderung von Gebäudesanierungen und erneuerbarer Energien eingesetzt und an Unternehmen und BürgerInnen zurückgezahlt, um die Akzeptanz dieser Fiskalmaßnahme in der Bevölkerung zu gewährleisten (Sonnberger and Deuschle, 2014).

Während bei einer Steuer durch die Erhöhung der Kosten für den Konsum von einer Zunahme des Konsums abgeschreckt wird, könnte sich ein **Bonus-Malus-System** als weitaus flexibler und auch effektiver entpuppen, da es sowohl die Möglichkeit von Anreizen (durch Substituierung und reduzierte Kosten) als auch abschreckenden Maßnahmen (durch Strafzahlungen und erhöhte Kosten) beinhaltet. Bis jetzt wurden Bonus-Malus-Systeme dazu verwendet, um Anreize für den Kauf energieeffizienter Produkte zu bieten. Beispiels-

weise bietet das französische Bonus-Malus-System einen Anreiz für den Kauf treibstoffeffizienter Fahrzeuge. Die absolute Distanz, die AutofahrerInnen zurücklegen, wurde jedoch dadurch nicht begrenzt. Somit trat ein Rebound-Effekt auf, da Autofahrten mit effizienteren und moderneren Autos mit einer gesteigerten Anzahl an Autofahrten kompensiert wurden. So gesehen sollte ein Bonus-Malus-System gezielt darauf abzielen, Anreize für einen reduzierten Konsum/Verbrauch zu bieten (Maxwell et al., 2011).

Während Steuern und Bonus-Malus-Systeme versuchen, durch die Modifizierung der Preise für Güter und Dienstleistungen den Konsum zu beeinflussen, setzen sogenannte „**Consumption Caps**“ direkte Grenzen auf den Konsum und ermöglichen die entsprechende Anpassung der Preise (Ecologic et al., 2012). Durch die Kontrolle der Quantität hat die Politik auch direkteren Einfluss auf die angestrebten Umweltziele. Eine zentrale Herausforderung bei der Einführung von Caps ist die Setzung eines Levels, welches definierte Umweltziele erreicht und gleichzeitig keine exzessive Hürde für die Wirtschaft darstellt. Beispielsweise basiert das Cap-Level des EU-Emissionshandelssystems auf Schätzungen, wodurch die CO₂-Emissionen keinen höheren Temperaturanstieg als 2°C verursachen (Maxwell et al., 2011). Auch die nationalen Maßnahmen, welche in Folge des jüngst in Paris beim COP-21 Klimagipfel beschlossenen Aktionsplans ab 2020 implementiert werden sollen, orientieren sich an diesem 2°C-Ziel Ziel (oder sogar an einem noch ambitionierteren 1.5° Ziel).

Da ein Cap eine künstliche Knappheit einer Ressource schafft, wird eine administrative Struktur zur Umsetzung dieser Maßnahme benötigt, welche den Konsum, die Produktion und die Einhaltung des Caps kontrollieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Begrenzung der Verfügbarkeit eines Gutes zur überproportionalen Anhebung des Preises führen kann, weshalb ein Akteurs-zentriertes Cap empfohlen wird. Dabei handelt es sich um absolute Verbrauchsgrenzen von Material- und Stoffströmen einzelner AkteurInnen auf sektoraler oder nationaler Ebene, welche dann über diese festgelegte Mengen frei verfügen können, ohne sie jedoch zu überschreiten. Mit dieser Strategie kann der Verbrauch einer bestimmten Ressource verringert werden. Wenn bestimmte Unternehmen oder Nationen mehr Ressourcen nutzen möchten, als ihnen rechtlich zusteht, sind Zertifikate von anderen NutzerInnen zu erwerben, ohne dass das vorgesehene „Cap“ überschritten wird (Peters et al., 2015). Je präziser das Ziel formuliert wird, desto wahrscheinlicher wird das Ziel auch erreicht. Wobei die Möglichkeit einer Substitution der Ressourcen, oder gar die Verlagerung der Ressourcen in andere Sektoren berücksichtigt werden muss.

Eine zusätzliche Option ist, auch auf der persönlichen Ebene Obergrenzen einzuführen; das heißt, dem/der einzelnen KonsumentIn ein zu verbrauchendes Ressourcenkontingent vorzuschreiben. Ein Ansatz dazu wurde beispielsweise von der Aachener Stiftung mit der CO₂-Card entwickelt. Laut dieses Konzepts soll die erforderliche Emissionsreduktion auch anteilmäßig auf Privatpersonen mittels individueller CO₂-Guthabenkonten umgelegt werden. Die jedes Jahr gemäß des nationalen Reduktionsplans verfügbaren Emissionen sollten kostenlos als CO₂-Verbrauchseinheiten an die KonsumentInnen überwiesen werden. Bei jedem Kauf von Treibstoffen und Energieträgern fürs Wohnen würden dann CO₂-Einheiten von diesem Konto abgebucht (siehe www.co2card.de). Dieser Ansatz wurde auch in Großbritannien unter dem Titel eines Personal Carbon Trading diskutiert (Seyfang et al., 2009). Widerstände gegen die Einführung wurden jedoch sowohl auf politischer, wie auch auf persönlicher Ebene manifest. Politisch wird darauf verwiesen, dass eine Rationierung der Emissionen ein ungewollter Eingriff in die Freiheiten der Bürger darstellen würde. Auf persönlicher Ebene gäbe es insbesondere Widerstände von reicheren Bevölkerungsschichten,

deren Verbrauch deutlich über jenem von BürgerInnen mit geringerem Einkommen liegt. Dadurch müssten erstere beträchtliche Ausgleichszahlungen an die zweite Gruppe leisten, wodurch eine signifikante Umverteilung des Einkommens resultieren würde.

Wie bereits oben erwähnt ist der Rebound-Effekt ein komplexes Phänomen, bei dem unterschiedliche Faktoren zum Tragen kommen. Deshalb ist hier nochmals zu erwähnen, dass nicht die Umsetzung einer Maßnahme, sondern die konsistente Kombination mehrerer Maßnahmen bezüglich Preissetzung, Informations- und Fördermaßnahmen und Standardsetzungen in einem Politikmaßnahmen-Mix anvisiert werden sollte.

7. Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie zum Rebound-Effekt und seiner möglichen Ursachen zeigt, dass einzelne Maßnahmen aufgrund der Komplexität des Rebound-Effekts lediglich zu einem geringen Erfolg führen können. Deshalb wird eine Kombination aus unterschiedlichen Maßnahmen nahegelegt. Diese sollten möglichst viele Einflussfaktoren, sowohl auf der Produktions- als auch auf der Konsumseite, berücksichtigen und gleichzeitig mehrere Punkte ansprechen.

Für die Umsetzung gezielter Maßnahmen zur Eindämmung des Rebound-Effekts ist die Berücksichtigung sowohl des direkten, indirekten als auch gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekts notwendig. So kann verhindert werden, dass Maßnahmen zur Vermeidung eines direkten Rebound-Effekts nicht in einem indirekten oder gar gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekt resultieren. Außerdem gilt es, einzelne Effekte auf der jeweiligen Akteurs-ebene zu berücksichtigen. Auf der Konsumseite sind dies Substitutions- und Einkommenseffekte, auf der Produktionsseite hingegen Substitutions- und Output-Effekte. Bei beiden Gruppen führt deren Nichtbeachtung zu einem letztendlich höheren Ressourcenverbrauch.

Ein Maßnahmenpaket sollte bestmöglich Verhaltensmaßnahmen und Fiskalmaßnahmen beinhalten. So können finanzielle Anreize dazu führen, ressourcenschonender zu konsumieren und gleichzeitig KonsumentInnen davon abhalten, ihre Einsparungen anderweitig für ineffiziente Güter auszugeben. Gerade bei Fiskalmaßnahmen kommt dem Staat eine besondere Rolle zu. Zusätzliche Staatseinnahmen sollten zweckgebunden im Sinne einer gesteigerten Ressourceneffizienz bzw. einer Eindämmung des Rebound-Effekts verwendet werden.

Zuletzt ist zu erwähnen, dass der bisherige Forschungsstand die Verwendung unterschiedlicher Methoden zur Quantifizierung des Rebound-Effekts vorweist. Deshalb gilt es auch hier, die weitere Erforschung des Rebound-Effekts zu unterstützen, um aussagekräftige und international vergleichbare Daten zu erhalten. Nur so kann Österreich seine Ressourceneffizienz steigern, um letztendlich ressourcenschonend zu wirtschaften und zu einer nachhaltigen Zukunft beizutragen.

Literatur

- Barker, T., Dagoumas, A., Rubin, J., 2009. The macroeconomic rebound effect and the world economy. *Energy Efficiency* 2, 411-427.
- Bruckner, M., Fischer-Kowalski, M., 2008. Die Rolle von Arbeitszeit und Einkommen bei Rebound-Effekten in Dematerialisierungs- und Dekarbonisierungsstrategien: eine Literaturstudie. Institute of Social Ecology, Klagenfurt University.
- Chitnis, M., Sorrell, S., Druckman, A., Firth, S.K., Jackson, T., 2013. Turning lights into flights: Estimating direct and indirect rebound effects for UK households. *Energy Policy* 55, 234-250.
- European Commission, 2011a. A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy. European Commission, Brussels.
- European Commission, 2011b. Roadmap to a Resource Efficient Europe. European Commission, Brussels.
- European Commission, 2014. Analysis of an EU target for Resource Productivity. European Commission, Brussels.
- Girod, B., De Haan, P., 2010. More or better? A model for changes in household greenhouse gas emissions due to higher income. *Journal of industrial ecology* 14, 31-49.
- Haas, R., Biermayr, P., 2000. The rebound effect for space heating: empirical evidence from Austria. *Energy Policy* 28, 403-410.
- Helmert, E., 2015. Die Modellentwicklung in der deutschen Autoindustrie: Gewicht contra Effizienz. Umwelt-Campus Birkenfeld der Hochschule Trier, Trier.
- Hong, S.H., Oreszczyn, T., Ridley, I., Group, W.F.S., 2006. The impact of energy efficient refurbishment on the space heating fuel consumption in English dwellings. *Energy and Buildings* 38, 1171-1181.
- Jackson, T., 2013. Wohlstand ohne Wachstum. Oekom, München.
- Kimura, O., 2010. Japanese Top Runner approach for energy efficiency standards. Central Research Institute of Electric Power Industry, Tokyo.
- Kratena, K., Meyer, I., Wüger, M., 2010. The role of technological and lifestyle changes versus carbon taxes in determining the energy demand of households, in: Soares, C.u.D., Milne, J.E., Ashiabor, H., Kreiser, L., Deketelaere, K. (Eds.), *Critical issues in environmental taxation: international and comparative perspectives*. Volume 8. Oxford University Press, Oxford.
- Lebensministerium, 2011. Ressourceneffizienz Aktionsplan (REAP). Wegweiser zur Schonung natürlicher Ressourcen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Madlener, R., Hauertmann, M., 2011. Rebound effects in German residential heating: do ownership and income matter?, FCN Working Paper. No. 2/2011.
- Maxwell, D., Owen, P., 2011. Addressing the rebound effect. Bio Intelligence Service, Paris.
- Peters, A., Marth, H., Semmling, E., Kahlenborn, W., de Haan, P., 2015. Rebound-Effekte: Ihre Bedeutung für die Umweltpolitik. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Berlin.
- Pfaff, M., Sartorius, C., 2015. Economy-wide rebound effects for non-energetic raw materials. *Ecological Economics* 118, 132-139.
- Santarius, T., 2012. Der Rebound-Effekt: über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz. *Impulse zur Wachstumswende*. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie.
- Santarius, T., 2014. Der Rebound-Effekt: ein blinder Fleck der sozial-ökologischen Gesellschaftstransformation. *Rebound Effects: Blind Spots in the Socio-Ecological Transition of Industrial Societies*. GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society 23, 109-117.
- Schettkat, R., 2011. Analyzing rebound effects, in: Bleischwitz, R., Welfens, P., Zhang, Z. (Eds.), *International economics of resource efficiency*. Springer, Berlin.

- Seppelt, R., Manceur, A.M., Liu, J., Fenichel, E.P., Klotz, S., 2014. Synchronized peak-rate years of global resources use. *Ecology and Society* 19, 50.
- Seyfang, G., Lorenzoni, I., Nye, M., 2009. Personal Carbon Trading: a critical examination of proposals for the UK. Tyndall Centre for Climate Change Research. University of East Anglia. UK.
- Sorrell, S., 2007. The Rebound Effect: an assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency. UK Energy Research Centre London.
- Statistik Austria, 2014. Umweltgesamtrechnungen. Modul Materialflussrechnung (Zeitreihe 1995 bis 2012). Statistik Austria, Wien.
- Thorsten, T., 2011. Ökobilanzen für Onshore-Windenergieanlagen im Blick. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.
- 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.
- Van den Bergh, J.C., 2011. Energy conservation more effective with rebound policy. *Environmental and resource economics* 48, 43-58.
- Weizsäcker, E.U.v., Hargroves, K., Smith, M., 2010. Faktor 5. Die Formel für nachhaltiges Wirtschaften. Droemer, München.