

# Linking Low Carbon Technologies with Low Carbon Society

Energie 2050: Anforderungen an die Technologiepolitik  
zur Eindämmung des Rebound-Effektes

D. Kanatschnig, E. Lacher

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

# 58/2012

## **Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

[www.NachhaltigWirtschaften.at](http://www.NachhaltigWirtschaften.at)

# Linking Low Carbon Technologies with Low Carbon Society

Energie 2050: Anforderungen an die Technologiepolitik  
zur Eindämmung des Rebound-Effektes

Projektleitung: Univ.-Doz. Dr. Dietmar Kanatschnig

Projektbearbeitung: Eva Lacher, Bakk. techn.

Projektcontrolling: DI Annette Zeinlinger

ÖIN – Österreichisches Institut für Nachhaltige Entwicklung

Wien, Oktober 2012



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. PROJEKTBESCHREIBUNG.....</b>	<b>1</b>
<b>2. TEIL 1: DER REBOUND-EFFEKT UND SEINE AUSPRÄGUNGEN.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Definitionen .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. Ausprägungen.....</b>	<b>5</b>
2.2.1. Ökonomische Effekte .....	7
2.2.2. Ressourcen-Effekte .....	10
2.2.3. Verhaltenspsychologische Effekte .....	11
2.2.4. Systemische Effekte .....	12
2.2.5. Zeit-Effekte.....	12
<b>2.3. Stand der Rebound-Forschung .....</b>	<b>13</b>
<b>3. TEIL 2: EMPFEHLUNGEN FÜR DIE TECHNOLOGIEPOLITIK .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1. Rebound-Effekt bei Effizienzstrategien explizit berücksichtigen .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2. Rebound-Management auf betrieblicher und auf nationaler Ebene aufbauen .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3. Effizienzfördernde politische Rahmenbedingungen installieren.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4. Instrumente zur Beeinflussung der Rebound-Effekte ausweiten .....</b>	<b>19</b>
3.4.1. Technikbezogene Strategien .....	21
3.4.2. Technologieentwicklungsbezogene Strategien.....	22
3.4.3. Gesellschaftsbezogene Strategien .....	22
3.4.4. Wirtschaftsbezogene Strategien.....	23
<b>3.5. Gesellschaftliche Potentiale zur Effizienzsteigerung aktivieren.....</b>	<b>24</b>
<b>3.6. Forschungen zu gesellschaftlichen Strategien des Rebound-Managements in technologischen Forschungsprogrammen forcieren.....</b>	<b>26</b>
<b>4. LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>28</b>
<b>5. ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>30</b>
<b>6. ANHANG – FOLIEN DES WORKSHOPS .....</b>	<b>31</b>



# 1. Projektbeschreibung

Die Kurzstudie „Linking Low Carbon Technologies with Low Carbon Society“ besteht aus zwei Teilen: Im ersten Teil wird der aktuelle Forschungsstand anhand der Durchsicht aktueller Studien zu Ausprägungen und Ausmaß der Rebound-Effekte dargestellt. Der zweite Teil zeigt Strategien auf, wie der technologische Fortschritt so an das gesellschaftliche Verhalten gekoppelt werden kann, dass die angestrebten Ziele der Dekarbonisierung und der Verringerung des Gesamtenergieverbrauchs durch technologische Effizienzsteigerungen auch tatsächlich erreichbar sind.

Um die unerwünschten Auswirkungen des globalen Klimawandels zu verringern, hat die EU mittel- und langfristige Ziele beschlossen. Bis 2020 sollen die Treibhausgasemissionen um 20% reduziert, die Energieeffizienz um 20% gesteigert und der Anteil an erneuerbarer Energie auf 20% erhöht werden. Für die langfristige Umgestaltung der EU in eine wettbewerbsfähige CO<sub>2</sub>-arme Wirtschaft bis 2050 hat die Europäische Kommission einen Fahrplan vorgelegt. Er beschreibt den kostengünstigsten Weg, um bis 2050 die Treibhausgasemissionen um 80-95% gegenüber 1990 zu reduzieren (EC, 2011). In diesem Fahrplan wird der Rebound-Effekt allerdings nicht berücksichtigt. Da der Rebound-Effekt jedoch das Potential hat, die positiven Auswirkungen der Effizienzsteigerungen auf den Energieverbrauch nennenswert zu reduzieren, ist wie noch zu zeigen sein wird, dessen Berücksichtigung unerlässlich.

Im Bereich der Energieversorgung gilt es quantitative und qualitative Ziele zu verfolgen, um den globalen Klimawandel einzudämmen und damit die Funktion natürlicher Ökosysteme intakt zu halten und die Gesundheit und Lebensgrundlagen der Menschen zu schützen. Quantitative Ziele beschreiben die Verringerung des Gesamtenergieverbrauchs, etwa durch technologische Effizienzsteigerungen und menschliche Verhaltensänderungen, und qualitative Ziele den verstärkten Einsatz regenerativer anstelle fossiler Ressourcen.

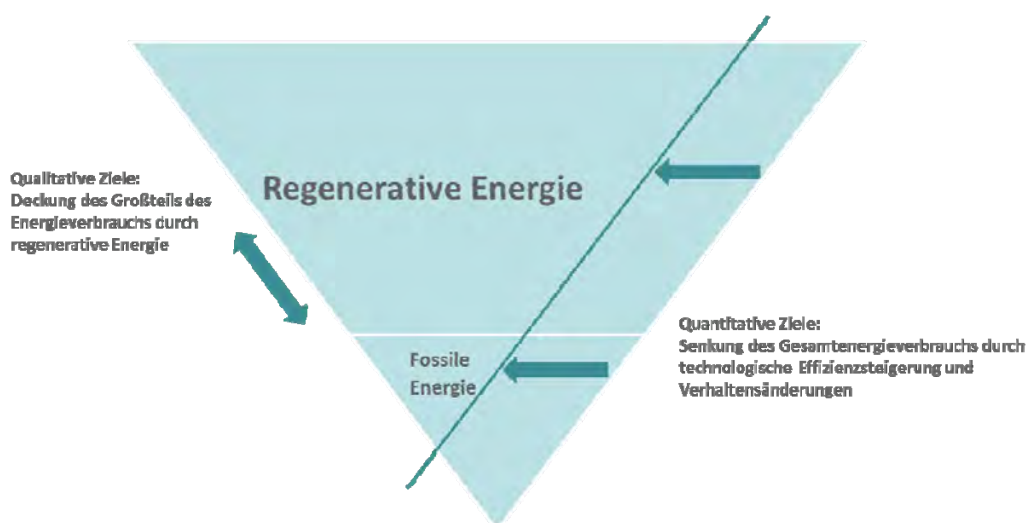


Abbildung 1 Schematische Darstellung quantitativer und qualitativer Ziele in der Energieversorgung (ÖIN, 2012)

Mit diesen beiden Zielen befassen sich unzählige Forschungsprojekte, die unter „Forschung zur Energiewende“ zusammengefasst werden können. Im vorliegenden Bericht wird der aktuelle Forschungsstand zu Ausprägungen und Ausmaß der Rebound-Effekte beschrieben. Es werden außerdem die verschiedenen Begrifflichkeiten, die sich in der Literatur wiederfinden, erörtert und klar definiert und die unterschiedlichen, aus den bisherigen Studien abgeleiteten Rebound-Effekte dargestellt. Dort, wo es möglich ist, werden die Ausmaße dieser jeweiligen Rebound-Effekte durch Zahlenmaterial veranschaulicht. Aus dieser Gesamtdarstellung lassen sich auch die ‚blinden Flecken‘ der Rebound-Forschung ablesen.

## 2. Teil 1: Der Rebound-Effekt und seine Ausprägungen

### 2.1. Definitionen

Der **Rebound-Effekt** beschreibt den Anteil der Energieeinsparungen, der aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht nicht für die tatsächliche Reduktion des Energieverbrauchs zu Verfügung steht (Madlener/Blake, 2007). In der Realität entsprechen die erwarteten Einsparungen oftmals nicht den tatsächlich erreichten Einsparungswerten. Die erwarteten Einsparungen sind vielmehr theoretische Werte, da bei ihrer Berechnung angenommen wird, dass einerseits das System unverändert bleibt und andererseits in der Art der Anwendung oder der Intensität der Nutzung keine Veränderung stattfindet (z.B. wird die beheizbare Wohnfläche nicht größer dimensioniert, oder es wird nicht heller beleuchtet, stärker beheizt oder mehr gefahren). Das Phänomen des Rebound-Effektes wurde bereits 1865 von William Stanley Jevons entdeckt. Er erkannte die Kausalität zwischen der Effizienzsteigerung der Kohlenutzung und dem darauf folgenden Mehrverbrauch. Der Rebound-Effekt wird in der Literatur deshalb auch als **Jevons-Paradox** bezeichnet (Santarius, 2012). In den Jahren 1980 bzw. 1990 entfachten Daniel Khazzoom und Leonard Brookes neuere wissenschaftliche Diskussionen im Bereich des ökonomischen Rebound-Effektes, die sich bis heute nicht wesentlich verändert haben (Santarius, 2012). Ihre Hypothesen werden auch häufig als **Khazzoom-Brookes-Postulate** zusammengefasst (Saunders, 1992).

Ausgedrückt wird Rebound als Prozentsatz, der die Relation der theoretisch/technisch möglichen und der tatsächlich erreichten Menge der Einsparung durch Effizienzsteigerungen widerspiegelt. Entspricht der Rebound 0 %, ist das Einsparungspotential vollständig umgesetzt worden. Ein Rebound- Effekt von 100% bedeutet, dass die erwartete Einsparung zur Gänze aufgehoben wird. Von Backfire spricht man, wenn der Rebound-Effekt über 100% liegt und anstelle der erwarteten Einsparung mehr Energie als vorher verbraucht wird (Sorell/Dimitropoulos 2007).

In der Literatur wird der Rebound-Effekt häufig in drei Kategorien unterteilt, die zur Betrachtung herangezogen werden können (siehe zB Metastudien Madlener/Alcott 2011, Breakthrough Institute 2011; Santarius 2012). Je nachdem, ob sich Rebound-Effekte auf die Energiedienstleistung beziehen, deren Effizienz erhöht wurde, oder ob Verlagerungseffekte eintreten, spricht man von direkten oder indirekten Rebound-Effekten.

Die **direkten Rebound-Effekte** beziehen sich auf das Produkt bzw. die Dienstleistung, deren Effizienz gesteigert wurde. Der Energieverbrauch wird gesenkt und dadurch können



- zusätzliche dieser Produkte / dieser Dienstleistungen konsumiert,
- die Qualität und der Komfort erhöht und/oder
- neue KonsumentInnen gewonnen werden.

Diese direkten Folgen fördern jedoch weiteren Energieverbrauch und reduzieren damit den Einsparungseffekt.

Die **indirekten Rebound-Effekte** bezeichnen die Auswirkungen der technischen Effizienzsteigerung eines Produktes auf andere Produktgruppen oder Dienstleistungen. Steht dem Konsumenten z.B. durch die Energieeinsparung mehr Kaufkraft zur Verfügung, können andere Produkte gekauft oder andere Dienstleistungen in Anspruch genommen werden, die zusätzlich mehr Energie verbrauchen.

Eine dritte Kategorie umfasst die **gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekte**. Sie beschreiben die durch die Effizienzsteigerung in einem Sektor ausgelöste Senkung des realen Energiepreises und die darauffolgenden Auswirkungen auf die sektorübergreifende Energienachfrage; es werden hierbei auch die Auswirkungen der direkten und indirekten Effekte auf weitere Bereiche der Volkswirtschaft einbezogen. Aus der Perspektive des Klimaschutzes und in Bezug auf die Gesundheit des Menschen sind vor allem die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen des Energieverbrauchs bzw. der Reduzierung des Energieverbrauchs relevant. Die akkumulierte Verminderung des Energieverbrauchs trägt letztendlich zu einer Verlangsamung der globalen Erwärmung bei (Madlener/Alcott 2011).

In der folgenden Graphik wird der Rebound-Effekt schematisch dargestellt:

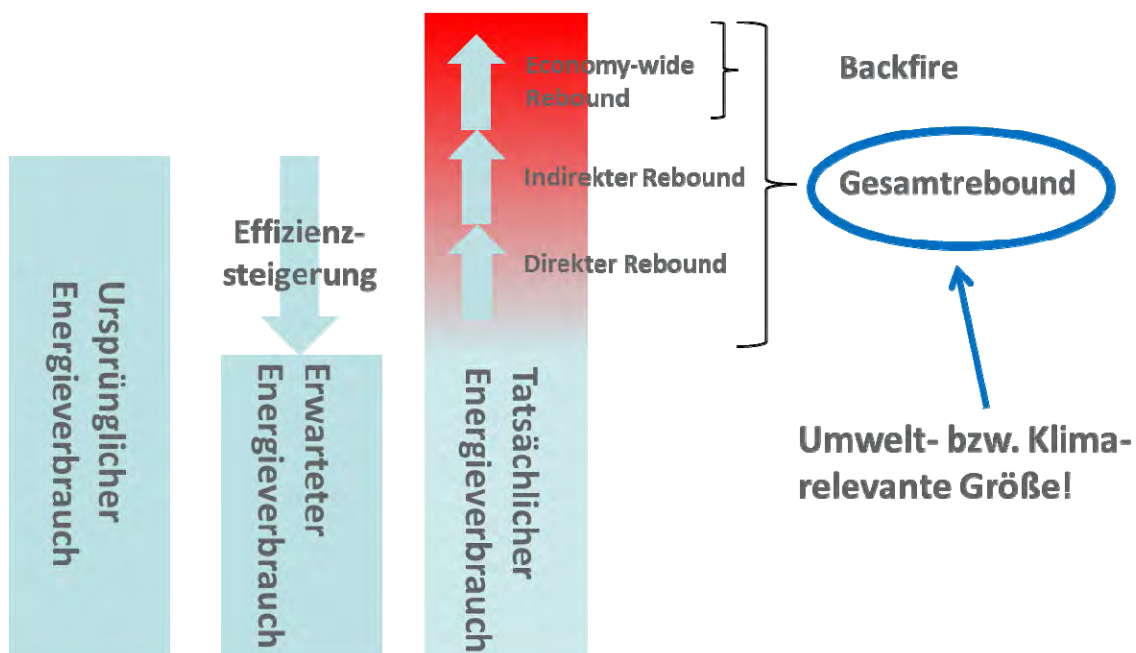


Abbildung 2: Übersichtgraphik Rebound (ÖIN, 2012)

In einer im *Journal for Building Research and Information* (Ausgabe 40:3, 2012) publizierten Studie wurde ein zusätzlicher Effekt definiert und untersucht, der in Anlehnung an den Rebound-Effekt als **Prebound-Effekt** bezeichnet wird. Der Prebound-Effekt beschreibt die Differenz zwischen dem errechneten Energieverbrauch und dem tatsächlichen Energieverbrauch eines Gebäudes. In der Studie wurde der tatsächliche Energieverbrauch von 3400 Haushalten in Deutschland mit dem errechneten Energieverbrauch verglichen. Es stellte sich heraus, dass der tatsächliche Verbrauch im Durchschnitt um 30 % unter dem errechneten Verbrauch liegt. Besonders hohe Differenzen konnten bei nicht sanierten, energieineffizienten Gebäudebeständen und Haushalten, in denen keine Effizienzmaßnahmen wie beispielsweise ein Gerätetausch durchgeführt wurden, festgestellt werden. Hier wurde der Energieverbrauch immer höher berechnet und geschätzt als es in der Realität der Fall war.

Als Hauptgrund für diese Diskrepanz identifizieren Sunikka-Blank und Galvin (2012) den Faktor Mensch in der Gebäudebewirtschaftung. Das Verhalten der Menschen, die in diesen Haushalten wohnen und unterschiedliche Energieverbrauchsmuster an den Tag legen, führt unter anderem zu diesen starken Abweichungen. So verbrauchen viele Haushalte weniger Energie, da sie die Raumtemperatur niedriger halten als es in den Berechnungen des theoretischen Energieverbrauchs angenommen wird. In Wohnungen, die besonders energieineffizient sind, sind Bewohner oftmals gezwungen, ein besonders sparsames Verhalten an den Tag zu legen, um Kosten zu reduzieren. Die Auswirkungen des menschlichen Verhaltens sind also nicht zu unterschätzen.

Die Autoren der Studie stellen die Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen, die aufgrund des berechneten theoretischen Energieverbrauchs angeordnet wurden, in Frage. Energie, die nicht verbraucht wurde, kann auch nicht eingespart werden.

Sinkt der Energieverbrauch eines Gebäudes oder Haushaltes nach Umsetzung von technischen Energieeffizienzmaßnahmen nicht im gewünschten Ausmaß und lassen sich Rebound-Effekte feststellen, ist bei der Bemessung des Rebound-Effektes zu beachten, welche Ausgangswerte der Berechnung des theoretischen Einsparpotentials zur Grundes lagen. Treten Prebound-Effekte auf, ist die Höhe des Rebound-Effektes je nach Bezugspunkt unterschiedlich hoch.

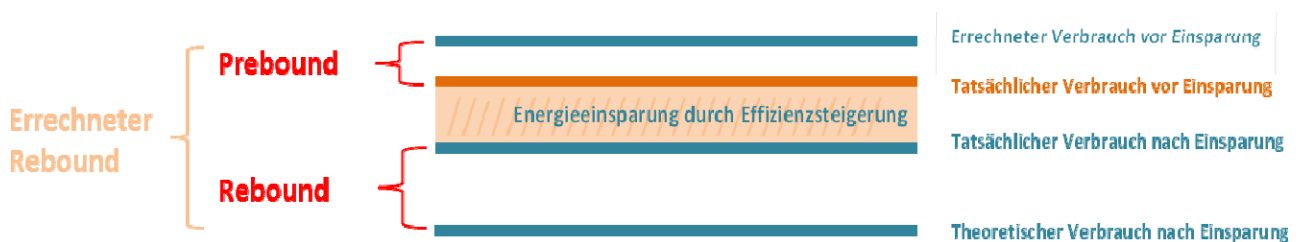


Abbildung 3: Verzerrung der tatsächlichen Energieeinsparungspotentials durch Rebound- und Prebound Effekte (ÖIN, 2012)

## 2.2. Ausprägungen

In der bisherigen Forschung erfolgt die Einteilung der Rebound-Effekte in drei Kategorien (direkte, indirekte, gesamtwirtschaftliche Effekte) und es wird im Wesentlichen nur eine Ausprägung, nämlich die ökonomische, beschrieben. Um eine exaktere Aussage über die Ursachen, Wirkungen und vor allem Ausmaße treffen zu können, bedarf es einer umfassenderen Betrachtung. In diesem Kapitel werden die verschiedenen möglichen Ausprägungen von Rebound im Energieverbrauch schematisch in einer Graphik (Abbildung 4) dargestellt und anschließend erklärt.

Die einzelnen Effekte können in 5 Gruppen unterteilt werden:

- Ökonomische Effekte
- Ressourcen-Effekte
- Systemische Effekte
- Zeit-Effekte
- Verhaltenspsychologische Effekte

Vorweg soll erwähnt werden, dass diese Effekte nicht immer scharf voneinander abgrenzbar sind. Sie können sich ausschließen, aber auch ergänzen und in manchen Fällen einander bedingen. Die nachfolgende Darstellung soll dazu dienen, einerseits einen Überblick über die unterschiedlichen Ausprägungen des Rebound-Effektes zu schaffen und andererseits auch um darzustellen, dass ökonometrische Modelle bzw. Input- und Outputmodelle, wie sie bisher in der Forschung überwiegend verwendet werden, nicht ausreichen, um den Rebound-Effekt ganzheitlich zu erfassen.

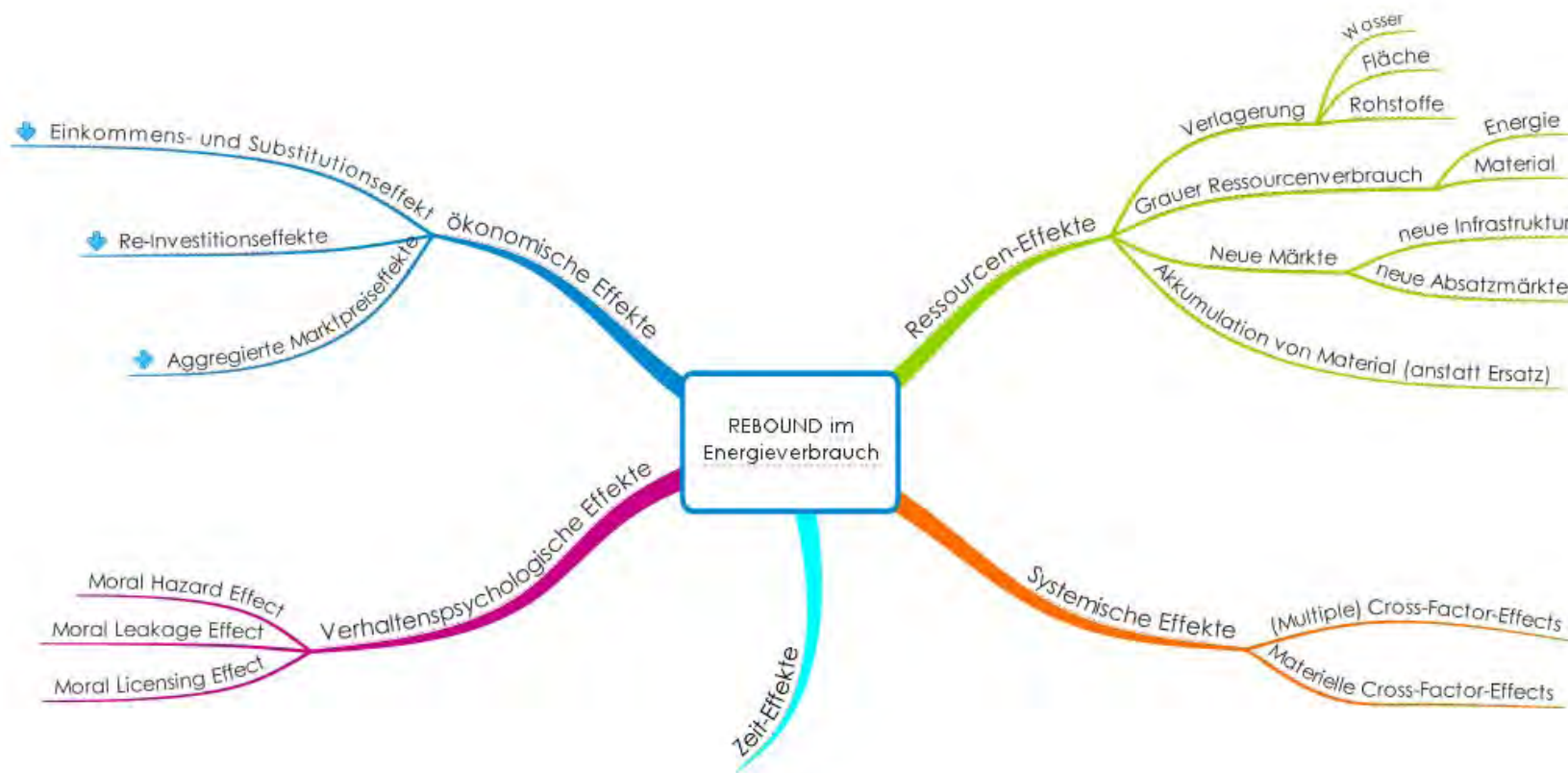


Abbildung 4: Übersichtgraphik der möglichen Rebound-Effekte (ÖIN, 2012)

### **2.2.1. Ökonomische Effekte**

Ökonomische Rebound-Effekte werden durch die kostensenkende Wirkung der Energieeffizienz-Maßnahmen verursacht und können sowohl KonsumentInnen als auch ProduzentInnen betreffen. Sie zeigen sich in folgenden Ausprägungen:

#### **Einkommens- und Substitutionseffekte**

Auf Seite der KonsumentInnen führen die Effizienzsteigerungen zu einem realen Einkommensgewinn. Die nun infolge der Einsparung zur Verfügung stehenden Mittel können beispielsweise in den zusätzlichen Verbrauch des gleichen Produktes bzw. der gleichen Dienstleistung investiert (direkter Rebound) oder aber für die Anschaffung und Inanspruchnahme anderer Güter oder Dienstleistungen (indirekter Rebound) verwendet werden. Man spricht in diesen Fällen von Einkommens-Effekten bzw. Substitutions-Effekten (Madlener/Alcott 2011).

#### **Re-Investitionseffekte**

Produzentenseitig können Effizienzmaßnahmen zu einer Kostensenkung im Produktionsprozess führen und damit zu einer Vergrößerung der Gewinnspanne. Mit dem frei gewordenen Kapital kann nun die Produktion oder Bereitstellung des gleichen Gutes oder der gleichen Dienstleistung erhöht (direkter Rebound) oder die Produktpalette diversifiziert (indirekter Rebound) werden. Häufig wird das Produkt oder die Dienstleistung auch neu gestaltet, um es für die KonsumentInnen attraktiver zu machen. Entscheidet sich das Unternehmen, die Löhne der ArbeitnehmerInnen anzuheben, kann dies wiederum zu Einkommens-Effekten führen (Santarius, 2012).

#### **Aggregierte Marktpreis-Effekte**

Zusammengefasst können diese oben beschriebenen Rebound-Effekte auf Akteursebene (KonsumentInnen, ProduzentInnen) gesamtwirtschaftliche Auswirkungen haben und einen Marktpreis-Effekt auslösen. Sinken beispielsweise durch die Einführung eines besonders kraftstoffsparenden Autos die Nachfrage nach Benzin und damit auch die Benzinkosten, kann das die Nachfrage nach Benzin in anderen Sektoren ankurbeln. Unter Umständen wird dadurch gesamtwirtschaftlich betrachtet sogar mehr Energie verbraucht. Das Ausmaß dieser Preiseffekte verhält sich proportional zu der Reaktionsfreudigkeit der Energiemärkte auf eine Veränderung der Energiepreise bzw. der Nachfrageelastizität (Marktteilnehmer konsumieren mehr Energie als Folge niedrigerer Preise) und der Substitutionelastizität (günstiger gewordene Energiedienstleistungen ersetzen andere Produkte, Dienstleistungen oder Produktionsfaktoren). In Industrieländern ist die Nachfrage nach Energiedienstleistungen typischerweise unelastisch; Rebound-Effekte, die auf Preiseffekte zurückzuführen sind, halten sich daher in Grenzen. Da aber in Entwicklungsländern oft selbst die Grundversorgung an Energiedienstleistungen mangelhaft ist oder fehlt, ist das Rebound-Potential dort wesentlich größer (Madlener/Alcott 2011; Breakthrough Institute 2011).

#### **Messung ökonomischer Rebound-Effekte**

Anhand ökonometrischer Modelle und historischer Datenreihen wurde versucht, den ökonomischen Rebound-Effekt zu quantifizieren bzw. zumindest dessen Bandbreiten zu ermitteln. Die Ebenen, die untersucht werden, die Methoden, Eingangsdaten und Ergebnisse variieren allerdings stark. In Auszügen werden drei verschiedene Herangehensweisen in dieser Projektstudie angeführt.

So haben Greening et al. (2000) versucht, direkte Rebound-Effekte verschiedener Energiedienstleistungen auf VerbraucherInnen-Seite zu ermitteln und sind dabei zu folgenden in Tabelle 1 dargestellten Ergebnissen gekommen:

Tabelle 1: Direkte Rebound-Effekte von Energiedienstleistungen (Greening et al. 2000)

Energiedienstleistung	Direkter Rebound-Effekt in %
Raumheizung	10 – 30
Raumkühlung	0 – 50
Beleuchtung (privat)	5 – 15
Mobilität (privat)	10 -30

Barker und Foxon (2008) wiederum ermittelten direkte und indirekte Rebound-Effekte verschiedener Sektoren und berechneten daraus den gesamtwirtschaftlichen Rebound Großbritanniens.

Tabelle 2: Schätzungen direkter und indirekter Rebound-Effekte nach Sektoren in UK (Barker/Foxon 2008, vgl. Breakthrough Institute 2011)

Sektor	Direkter Rebound in %	Indirekt/makroökon. Rebound in %	Gesamtwirtschaftlicher Rebound in %
Energie-intensive Industrie	0*	25	25
Andere Industrie	0*	16	16
Straßengüterverkehr	25	7	32
Handel	0*	7	7
Haushalte	23	7	30
Gesamtwirtschaftlich	15	11	<b>26</b>

\* In diesen Fällen liegen derzeit keine empirischen Daten vor, die hier angeführten Ergebnisse für diese Sektoren liegen somit mit großer Wahrscheinlichkeit unter dem tatsächlichen Ausmaß.

In einer Studie aus dem Jahr 2009 präsentieren Barker et al. auf der Basis komplexer Modellrechnungen Schätzungen globaler direkter und makroökonomischer Rebound-Effekte nach Sektoren für die Jahre 2020 und 2030.

Tabelle 3: Schätzungen globaler direkter und makroökonomischer Rebound-Effekte nach Sektoren (Barker et al. 2009, vgl. Breakthrough Institute 2011)

Sektor	Direkter Rebound in %		Makroökonomischer Rebound in %		Globaler Gesamtwirtschaftlicher Rebound	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Energieintensive Industrie	0	0	20,8	43,7	20,8	43,7
Transport	9,1	9,1	26,9	43,1	36	52,2
Wohn- und öffentliche Gebäude	20	20	24,3	40,6	44,3	60,6
Industrie	5	5	18,3	40,8	22,3	45,8
Landwirtschaft	5	5	11,8	36,1	16,8	41,1
<b>Gewichteter Durchschnitt aller Sektoren</b>	<b>9,4</b>	<b>9,7</b>	<b>22,1</b>	<b>41,6</b>	<b>31,5</b>	<b>51,3</b>

Neben der Studie von Barker und Foxon zum gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekt in Großbritannien gibt es noch eine zweite Untersuchung dieser Effekte von Steve Sorell aus 2007. Er schätzt die gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekte bei 50% ein, gibt jedoch zu bedenken, dass hier nur ökonomische Rebound-Effekte untersucht wurden und die Berücksichtigung anderer Effekte zu höheren Ergebnissen führen würde. Unter Zugrundelegung dieser beiden Studien und unter Auswertung von vier Metastudien zum Rebound-Effekt wird in einer im Auftrag des Wuppertal Institutes erstellten Studie als Anhaltspunkt die **50/50 Faustformel** abgeleitet (Santarius, 2012). **Demnach ist davon auszugehen, dass mittel- bzw. langfristig die gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekte mindestens 50 % der Einsparungen durch Effizienzsteigerungen vernichten!**

### **2.2.2. Ressourcen-Effekte**

Die verschiedenen durch den Überbegriff Ressourcen-Effekte zusammengefassten Ausprägungen werden in den bisher vorliegenden empirischen Untersuchungen zur Erfassung des Rebound-Effektes nur mit sehr wenigen Ausnahmen berücksichtigt. Es liegen daher derzeit keine Informationen vor, in welchem Ausmaß sie zum Gesamtrebound-Effekt beitragen. Ausprägungen der Ressourcen-Effekte sind:

#### **Verlagerungseffekte**

Maßnahmen zur Effizienzsteigerungen im Energiebereich können Auswirkungen auf den Verbrauch anderer Ressourcen wie z.B. Wasser, Boden oder Rohstoffe haben (Santarius 2012). Die Erzeugung von Biotreibstoffen als Alternative zu fossilen Treibstoffen verbraucht beispielsweise nicht nur viel Fläche, sondern ist auch sehr wasserintensiv. Technologien zur Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> verbrauchen ebenfalls sehr viel Wasser und verlagern damit den Rebound-Effekt auf andere Ressourcen (WEC, 2007).

#### **Grauer Ressourcenverbrauch**

Um energieeffiziente Technologien überhaupt entwickeln, herstellen und anwenden zu können, müssen Energie und Material eingesetzt werden. Dieser Energieverbrauch wird in den Verbrauchsbilanzen nicht berücksichtigt. Die Wärmedämmung eines Gebäudes ermöglicht zwar eine Senkung des Energieverbrauchs für Wärme, allerdings werden die Energie und die Materialien, die zur Herstellung und Installierung aufgewendet werden, nicht miteingerechnet. Den Energieverbrauch betreffend wird dieser Effekt in der Literatur auch als Embodied-Energy Effekt bezeichnet (Breakthrough Institute 2011). Auch durch die Verkürzung der Produkt-Lebensdauer weniger effizienter Produkte infolge eines Austausches durch effizientere Produkte entsteht ein erhöhter grauer Ressourcenverbrauch.

#### **Neue-Märkte-Effekt**

Neue Effizienztechnologien setzen unter Umständen auch neue Infrastrukturen oder gänzlich neue Absatzmärkte voraus (z.B. Elektromobilität), deren Entwicklung und Aufbau ebenfalls energieintensiv sein kann. Dieser Effekt wird auch als der Neue-Märkte-Effekt bezeichnet (Breakthrough Institute 2011).

#### **Anhäufung von materiellen Gütern**

Auf KonsumentInnen-Ebene lässt sich ebenfalls eine ressourcenintensive Form des Rebound-Effektes beobachten, die als Konsum-Akkumulations-Effekt bezeichnet wird. Herkömmliche Produkte und Dienstleistungen werden in diesem Fall nicht durch effizientere und umweltfreundlichere ersetzt, sondern nur ergänzt. So wird z.B. der alte, weniger energieeffiziente Kühlschrank nicht entsorgt, sondern im Partykeller oder Gartenhaus weiter verwendet (Santarius 2012).



### **2.2.3. Verhaltenspsychologische Effekte**

Verhaltenspsychologische Effekte betreffen das (Konsum-)Verhalten der Menschen. Solche verhaltenspsychologischen Effekte wurden bisher in der Literatur in Zusammenhang mit dem Rebound-Effekt definiert. In direktem Zusammenhang mit dem Rebound-Effekt liegen aber bisher keine Ergebnisse zum Ausmaß dieser Effekte, die sich in den nachfolgend beschriebenen Ausprägungen zeigen, vor.

#### **Moral Hazard Effekt**

Energieeffizientere und damit ökologisch vertretbarere Produkte und Dienstleistungen tragen oft auch eine symbolische Bedeutung mit sich. So wird beispielsweise der Kauf eines vorher als umweltschädlich angesehenen Produktes plötzlich durch Effizienzsteigerungen und daraus folgenden niedrigerem Energieverbrauch vertretbar. Die Sozialpsychologie nennt diese Ausprägung Moral-Hazard-Effekt. Sie ist besonders auf den direkten Rebound anzuwenden: Wird ein Produkt oder eine Dienstleistung effizienter, "darf" mehr davon verbraucht werden (Santarius 2012).

#### **Moral Leaking Effekt**

Eine leichte Abwandlung der verhaltenspsychologischen Effekte ist der Moral-Leaking-Effekt. So kann der Mehrverbrauch des Produktes oder der Dienstleistung nach der Effizienzsteigerung nicht nur aktiv und überlegt erfolgen, sondern auch unbewusst. Nach der Installation eines energieeffizienten Heizsystems wird weniger auf die richtige Lüftungstechnik geachtet und die Fenster bleiben gekippt auch während der Heizperiode. Auch hier wird grundsätzlich ein direkter Rebound-Effekt beschrieben (Santarius 2012).

#### **Moral Licensing Effekt**

Führt der Konsum eines energieeffizienten Produktes zur Nachfrage nach anderen nicht effizienten Produkten, wird von einem Moral-Licensing-Effekt gesprochen. Die Anschaffung eines sparsamen Fahrzeuges rechtfertigt für die KonsumentInnen beispielsweise eine Fernreise, die mit dem Flugzeug getätigt wird. Dieser Effekt beschreibt also indirekte Rebound-Effekte (Santarius 2012).

Das noch bis Ende 2013 im Auftrag des Deutschen Bundesministeriums für Bildung und Forschung durchgeführte Pilotprojekt REBOUND beschäftigt sich mit psychologischen und soziologischen Perspektiven des Rebound-Effektes. Im Zuge des Projektes wird der Rebound-Effekt mit Hilfe psychologischer Theorien analysiert und die Ergebnisse in den Kontext verschiedener Lebensstil-Konzepte gesetzt (Peters et al. 2012). Derzeit liegen bereits erste theoretische Ergebnisse vor, die auch im zweiten Teil der vorliegenden Projektstudie berücksichtigt werden.

#### 2.2.4. Systemische Effekte

Systemische Effekte betreffen die Auswirkungen von Effizienzsteigerungen von Produktionsfaktoren wie Kapital und Arbeit auf den Energieverbrauch. So kann z.B. eine Steigerung der Arbeitsproduktivität die Energienachfrage erhöhen. Dieser Effekt wird als **Cross-Factor-Rebound-Effekt** bezeichnet. Wird die Steigerung der Arbeitsproduktivität umgekehrt durch einen erhöhten Energieeinsatz erst ermöglicht, spricht man auch von **materiellen Cross-Factor-Rebound-Effekten** (z.B. wird menschliche Arbeitskraft durch maschinelle ersetzt). Umgekehrt geht eine Steigerung der Energieeffizienz oft mit einer Steigerung der Arbeits- und Kapitalproduktivität einher und die Gesamtproduktivität der Wirtschaft wird gesteigert, was wiederum den Energieverbrauch erhöht, es liegen dann **multiple Cross-Factor-Effekte** vor (Madlener/Alcott 2011, Santarius 2012).

Zwar gibt es vereinzelte Studien, die sich mit der Steigerung der Arbeitsproduktivität und ihren Folgen auseinandersetzen, es ist aber derzeit wenig über ihre Auswirkungen auf den Energieverbrauch und ihren Beitrag zum Gesamtrebound bekannt.

#### 2.2.5. Zeit-Effekte

Zeit-Effekte beschreiben das Phänomen, dass Energieeffizienzsteigerungen oftmals auch zu Zeitersparnissen führen und in dieser eingesparten Zeit wiederum mehr Energie verbraucht werden kann. Ein oftmals zitiertes Beispiel ist die Mobilität. So wurde erforscht, dass Menschen unabhängig von ihrer Herkunft und dem Zeitalter, in dem sie leben bzw. gelebt haben, etwa zwischen 0,75 und 1,5 Stunden pro Tag für Mobilität aufwenden bzw. aufgewendet haben. Die Distanzen, die sie in dieser Zeit zurückzulegen haben, sind jedoch unter Mehraufwand von Energie beträchtlich gestiegen (Santarius 2012). Zeiteffizienzgewinne können also Rebound-Effekte beim Energieverbrauch verursachen. Auch dazu liegt derzeit kaum Datenmaterial vor.

### 2.3. Stand der Rebound-Forschung

Der Großteil der empirischen Studien, die bisher zum Thema Rebound verfasst wurden, befasst sich mit ökonomischen Rebound-Effekten. Diese Studien wenden ökonometrische Modelle und historische Datenreihen an, um den Rebound-Effekt quantifizieren zu können. In den meisten Fällen werden produkt- und sektorspezifische Effekte beim Endverbraucher, wie z.B. im Verkehrs- und Gebäudebereich oder die Nutzung von Elektrogeräten betreffend, erhoben. Die Ergebnisse decken zumeist die direkten Rebound-Effekte, einige auch die indirekten, aber nur sehr wenige Studien versuchen, den gesamtwirtschaftlichen Rebound-Effekt zu messen. Der geographische Fokus beschränkt sich mit wenigen Ausnahmen auf Industrie- und einige Schwellenländer. Das bedeutet, dass in der bisherigen Forschung der Schwerpunkt lediglich auf bestimmte Ausprägungen des Rebound-Effektes gelegt wurde. Daraus kann noch kein Schluss auf den tatsächlichen Umfang des Rebound-Effektes, bzw. auf das tatsächliche Einsparungspotential von Energieeffizienzmaßnahmen gezogen werden. Es wird durch die vorliegenden Studien allerdings bestätigt, dass die von der Europäischen Kommission anvisierten Klima- und Energieziele durch Energieeffizienzsteigerungen in diesen Ausmaßen nicht erreicht werden können. Die Effizienzmaßnahmen müssen vielmehr von Instrumenten begleitet werden, die der Entstehung des Rebound-Effektes entgegenwirken.

Im Bereich der ökonomischen Rebound-Effekte bedarf es einer genaueren Erfassung direkter und indirekter produzentenseitiger sowie gesamtwirtschaftlicher Effekte, um auch auf der makroökonomischen bzw. globalen Ebene Schlüsse ziehen zu können. Die großen Bandbreiten der wenigen Messungen auf dieser Ebene sind auf die unterschiedlichen Methoden und Level der Datenaggregation zurückzuführen, hier bedarf es einer Anpassung der Methoden und genaueren Definitionen als Ausgangspunkt, um vergleichbare Aussagen treffen zu können. Die am häufigsten verwendete Proxy-Variable ist das BIP, allerdings ist seine Entwicklung auch von anderen Faktoren als der Energieeffizienzsteigerung abhängig. Die Sammlung und Verarbeitung von Daten aus Schwellen- und Entwicklungsländern ist ebenfalls noch nicht weit fortgeschritten. Es wird aber argumentiert, dass der Rebound-Effekt in Entwicklungsländern beträchtlich höher als in Industrieländern sein muss, da effiziente Technologien bzw. eine ausreichende Energieversorgung als Ausgangspunkt nicht zur Verfügung stehen. In diesem Fall kann der Rebound-Effekt eine gewünschte positive gesellschaftliche Auswirkung von Effizienzsteigerungen sein, um den Menschen den Zugang zu einer angemessenen Energieversorgung überhaupt erst zu ermöglichen.

Ressourcen-Effekte, systemische Effekte und verhaltenspsychologische Effekte werden in derzeitigen Studien und Rebound-Schätzungen kaum berücksichtigt. Die Einbettung dieser Effekte in bestehende Modelle bzw. die Erfassung spezifischer Daten und Erarbeitung von Methoden ist eine Voraussetzung, um einerseits die tatsächlichen Ausmaße des Rebound-Effektes bestimmen und andererseits um gezielte Strategien zur Verringerung des Rebound-Effektes ausarbeiten zu können. Zwar wird in den einzelnen Bereichen bereits Forschung betrieben, die Herstellung einer Verbindung zum Rebound-Effekt kann aber als wissenschaftliches Neuland bezeichnet werden.

In der folgenden Übersichtstabelle wird der gegenwärtige Stand der Forschung zu den einzelnen Ausprägungen des Rebound-Effektes dargestellt.

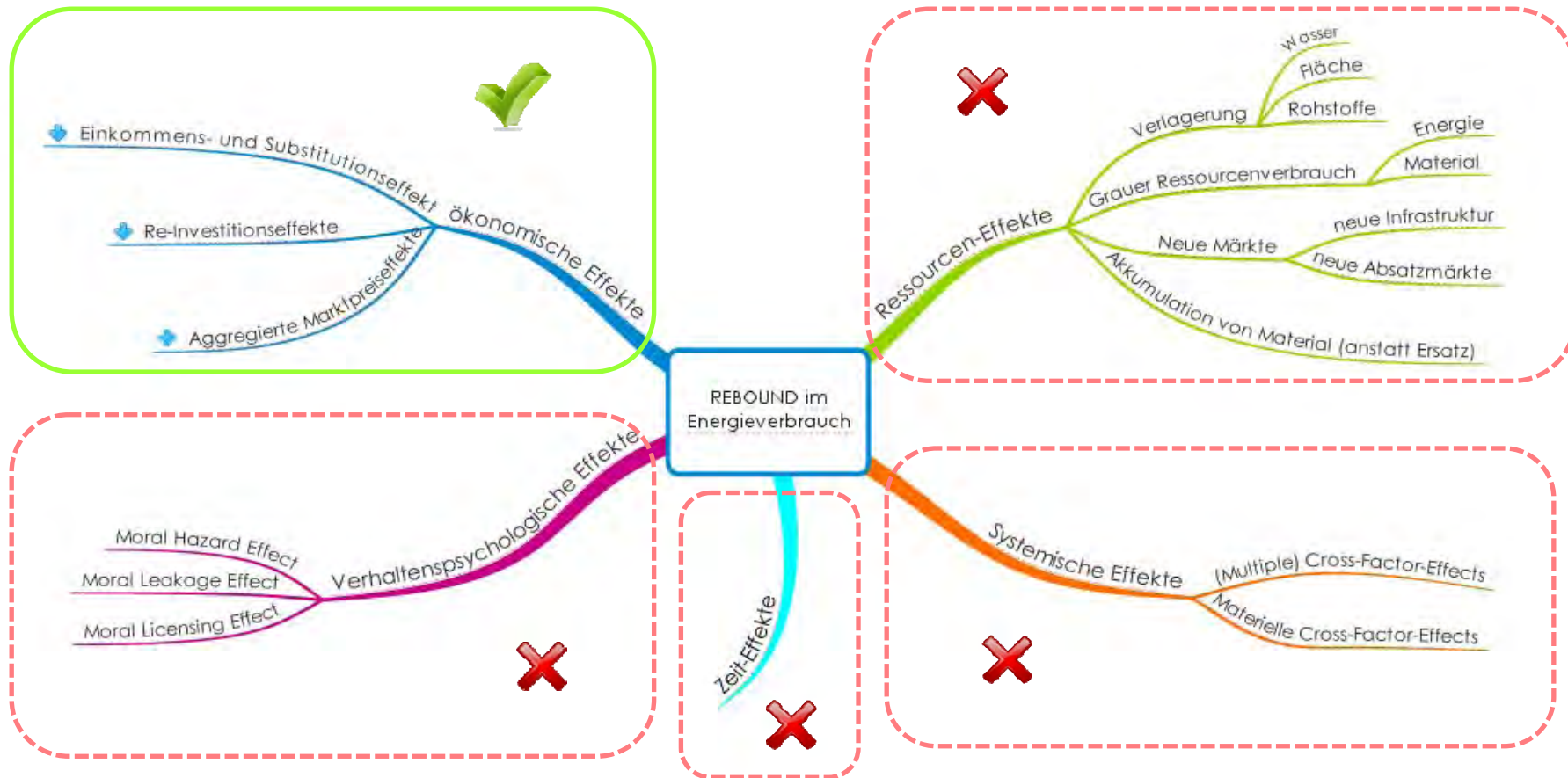


Abbildung 5: Defizite in der Rebound-Forschung (ÖIN, 2012)

Zusammenfassend kann gesagt werden, es braucht:

- eine Ergänzung direkter und indirekter Rebound-Effekte in ökonometrischen Modellen,
- genauere Definitionen gesamtwirtschaftlicher Größen und abgestimmte Methoden der Datenaggregation, um vergleichbare Modelle berechnen zu können,
- eine Einbettung von Ressourcen-Effekten in die Rebound-Berechnung,
- eine Einbettung systemischer Effekte in die Rebound-Berechnung,
- empirische Untersuchungen von verhaltenspsychologischen Rebound-Effekten,
- die Anerkennung und Berücksichtigung von Zeit-Effekten in der Rebound-Schätzung,
- eine Ausweitung des geographischen Fokus auf Industrie-, Schwellen- UND Entwicklungsländer,

um den Gesamtrebound-Effekt messen zu können. Dies kann als klarer Auftrag für die interdisziplinäre Forschung interpretiert werden. Nur ein Zusammenspiel der verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen kann die notwendigen umfassenden Ergebnisse liefern, um den Rebound-Effekt nicht nur einzudämmen, sondern auch vorzubeugen.

### 3. Teil 2: Empfehlungen für die Technologiepolitik

Auf der Basis des gegenwärtigen Standes der Rebound-Forschung werden im folgenden zweiten Teil der Studie sechs Empfehlungen für die Technologiepolitik abgeleitet und durch Expertenmeinungen unterlegt:

- Rebound-Effekt bei Effizienzstrategien explizit berücksichtigen
- Rebound-Management auf betrieblicher und nationaler Ebene aufbauen
- Effizienzfördernde politische Rahmenbedingungen installieren
- Instrumente zur Beeinflussung der Rebound-Effekte ausweiten
- Gesellschaftliche Potentiale zur Effizienzsteigerung aktivieren
- Forschungen zu gesellschaftlichen Strategien betreffend Management der Rebound-Effekte in technologischen Forschungsprogrammen forcieren

#### 3.1. Rebound-Effekt bei Effizienzstrategien explizit berücksichtigen

Effizienzstrategien verfolgen Einsparungsziele, die bis zu einem gewissen Zeitpunkt in einem definierten Ausmaß erreicht werden müssen. Bisher wurde der Faktor Rebound-Effekt in der Errechnung dieser Ziele nicht berücksichtigt. Es wurde also davon ausgegangen, dass die theoretischen Einsparungswerte zu 100 % umgesetzt werden können. Anhand dieser erwarteten Ergebnisse werden auch viele Klima- und Energieziele definiert und festgelegt. Wurden technologische Effizienzsteigerungen bisher als einzige erfolgversprechende und ökonomische Lösung zur Erreichung der Klima- und Energieziele betrachtet, wächst nun langsam das Bewusstsein, dass die Theoriewerte nicht den Einsparungswerten der Praxis entsprechen. Zieht man die **50/50 Formel** als Richtwert heran, lässt sich ableiten, dass die Kosten der Effizienzsteigerung durch die Vernichtung der Einsparung infolge Rebound-Effekte höher, nämlich bis zu 100 % höher, bemessen werden müssen.

Es besteht somit die Gefahr, dass die Beiträge, die Effizienzstrategien zur Erreichung der Klima- und Energieziele leisten können, überschätzt werden und sich die erwarteten Erfolge nicht einstellen. Möglichkeiten, um die Zielerreichung zu optimieren, bestehen in der Integration von Rebound-Effekten in die Kalkulation der Zielwerte oder in der Anpassung der Zeiträume, in denen die Ziele erreicht werden sollen.

#### Höhere Ziele

Ausgehend von der 50/50 Formel, also einem Rebound-Effekt von 50 %, der hier als gesamtwirtschaftlicher Richtwert herangezogen wird, würde das beispielsweise bedeuten, dass die Zielwerte um 100 % erhöht werden müssten, um die gewünschte Einsparung zu erzielen und die ausgewiesenen Klima- und Energieziele zu erreichen.

### **Längere Zeiträume**

Rebound-Effekte verhindern die zeitgerechte Umsetzung der theoretischen Einsparungsziele einer Effizienzmaßnahme. Können diese Einsparungsziele selbst nicht verändert werden, so muss der Zeitraum, der für die Erreichung der Ziele veranschlagt wurde, an einen Rahmen angepasst werden, der den Rebound-Effekt berücksichtigt. Diese Anpassung der Zeiträume in Hinblick auf zu erwartende Rebound-Effekte ermöglicht auch realistische Beiträge zu den Klima- und Energiezielen.

## **3.2. Rebound-Management auf betrieblicher und auf nationaler Ebene aufbauen**

In der aktuellen öffentlichen Diskussion über den Rebound-Effekt wird vor allem über dessen Auswirkung auf den Erfolg von Energieeffizienzrichtlinien zur Verminderung des CO<sub>2</sub> Ausstoßes in Industrieländern gesprochen. Im Mittelpunkt der Forschung stehen Methoden zur Quantifizierung des ökonomischen Rebound-Effektes und marktwirtschaftliche sowie ordnungsrechtliche Strategien zur Eingrenzung. Nur wenige Studien erkennen an, dass der Rebound-Effekt zumindest in Teilbereichen durchwegs auch als positive Auswirkung einer Effizienzsteigerung interpretiert werden kann. Bevölkerungsschichten etwa, denen aufgrund ihrer Einkommenssituation der Zugang zu verschiedenen Energiedienstleistungen bisher nicht oder nur beschränkt möglich war, kann dieser Zugang erst durch Kostensenkungen infolge Effizienzmaßnahmen ermöglicht werden. Was aus einer Perspektive als Rebound-Effekt identifiziert wird, ist aus anderer Perspektive eine Strategie der Armutslinderung. Dieses Beispiel soll zeigen, dass erst eine sozial differenzierte Sichtweise eine Bewertung der Effizienzstrategien ermöglicht.

### **Übergang von der Reboundeinschränkung zu Reboundgestaltung**

Anstatt also nur von Strategien der Rebound-Eingrenzung zu sprechen, sollte durch den neutralen Begriff Rebound-Management signalisiert werden, dass Rebound-Effekte in einem gesellschaftlichen Kontext zu betrachten sind und durchaus auch gewollt sein können. Die Strategien zur Eingrenzung sind wichtig, dennoch muss sichergestellt werden, dass nicht auf der einen Seite zwar Rebound-Effekte vermieden werden, auf der anderen Seite aber eine soziale Ausgrenzung stattfindet. Rebound-Management Strategien müssen also breit gefächert sein und Rebound-Effekte in manchen Bereichen vermindern, in anderen aber auch tolerieren oder sogar unterstützen. In den meisten Fällen wird es nicht reichen, eine Strategie einzusetzen, vielmehr ist ein Mix aus verschiedenen Instrumenten notwendig, um auch den unterschiedlichen Ansprüchen und Ausprägungen des Rebound-Effektes Genüge zu tun. Die Enquete Kommission des deutschen Bundestages kommt in ihrem Zwischenbericht im September 2012 zu folgendem Schluss:

*„Technologische Effizienzsteigerungen und grüner Konsum (Energiesparlampen, Hybridautos, erneuerbare Energien) lösen unsere Probleme nicht. Was zusätzlich benötigt wird, ist eine Kultur- und Einstellungsveränderung, die in soziale Sicherheit eingebettet ist.“*

Tilman Santarius merkt in der Expertenbefragung (September 2012) an, dass marktwirtschaftliche Instrumente, die die Preise steigen lassen, natürlich das Potential in sich tragen zu sozialer Polarisierung beizutragen. Diesen negativen Auswirkungen sollten vorerst durch sozialpolitische Kompensationen abgefangen werden können. Steigen die Preise aber durch die Maßnahmen der Rebound-Eingrenzung massiv an, müssen auch diese Instrumente dementsprechend angepasst werden.

Ein aktives Rebound-Management muss auf zwei Ebenen installiert werden, auf betrieblicher und auf nationaler Ebene.

#### **Betriebliche Ebene**

In den Betrieben, in denen die Technologieentwicklung und Produktion stattfindet, muss der Rebound-Effekt in allen Prozessen sowie in der Ausfertigung und Funktionsweise des fertigen Produktes berücksichtigt werden. Dies hat z.B. Auswirkungen auf den Entwicklungsprozess durch die aktive Beteiligung aller Stakeholder oder auf das Design und die Dimensionierung des Produktes. Dieses begleitende Reboundbewusstsein soll Rebound-Effekte vorbeugen, darf finanziell benachteiligte BenutzerInnen aber nicht ausschließen.

#### **Nationale Ebene**

Auf nationaler Ebene ist Rebound-Management unter Berücksichtigung der sozialen Rahmenbedingungen in der Adressierung des Rebound-Effektes durch einen Mix an Strategien zu erreichen. Einerseits müssen Rebound-Effekte vermieden werden, andererseits dürfen durch diese Maßnahmen benachteiligte Bevölkerungsgruppen nicht ausgeschlossen werden. Für die Politik bedeutet das zuerst eine Anerkennung des Rebound-Effektes als Phänomen und eine Diversifizierung des Maßnahmenportfolios.

#### **Social Impact Assessment im Rahmen der Technikfolgenabschätzung stärken**

Technik und Technologieentwicklung sind wichtige, sogar notwendige Treiber einer Trendwende in Richtung Nachhaltigkeit. Umgekehrt haben aber Technik und Technologieentwicklung viele der großen Nachhaltigkeitsprobleme überhaupt erst verursacht. Wenn also Technik die Lösung, aber auch der Verursacher ist, wie können wir uns aus dieser Misere befreien?

Armin Grunwald plädierte in seiner Key Note Speech zur Eröffnung der TA'12 in der Akademie der Wissenschaften (4. Juni 2012) für eine Versöhnung des technischen Fortschritts und der Nachhaltigkeit. Technikgestaltung und Technikfolgenabschätzung müsse immer Nachhaltigkeit als Zielrichtung vor Augen haben. „*Wir brauchen eine andere Technik und einen Fortschritt, der die Gedanken der Nachhaltigkeit in die zukünftige Technik von Beginn an quasi einbaut*“ (Grunwald, 2012). Dieser neue Fortschritt werde dann zu einer Notwendigkeit, die rasch Technologien mit sich bringt, die nachhaltig sind und zu Nachhaltigkeit in allen drei Dimensionen beitragen.

Die Technikfolgenabschätzung untersucht Schlüsseltechnologien, denen ein erhebliches Potenzial zugeschrieben wird, ökonomische und soziale Strukturen zu verändern und damit gesellschaftliche Ziele umzusetzen. Sie ist ein wichtiges Instrument, um Technik und Nachhaltigkeit miteinander zu verbinden. Gleichzeitig muss die Technikfolgenabschätzung mit dem Konzept des Social Impact Assessments verbunden werden um zu garantieren, dass eben diese gesellschaftlichen Ziele erreicht werden und Technik in soziale Nutzungspraktiken und Alltagsroutinen integriert ist.



### **3.3. Effizienzfördernde politische Rahmenbedingungen installieren**

Wie bereits erwähnt, befasst sich der Großteil der empirischen Studien, die bisher publiziert und die im Zuge des Projektes ausgewertet wurden, mit ökonomischen Rebound-Effekten. Dementsprechend befassen sich die in den Studien vorgeschlagenen Lösungen primär mit Strategien für die Wirtschaft. Unter den vorgeschlagenen Strategien befinden sich vor allem marktwirtschaftliche und fiskalpolitische Maßnahmen (absolute Verbrauchsgrenzen, Ökosteuern). Sie sind durchaus wirksam, um den Rebound-Effekt in Teilbereichen, wie beispielsweise ökonomischen und systemischen Ausprägungen, positiv zu beeinflussen (de Haan, 2009).

#### **Ökosteuer**

Ökosteuern, die gleichzeitig den Ressourcenverbrauch höher besteuern und den Einsatz der menschlichen Arbeitskraft verbilligen, gelten als wirkungsvolle Instrumente, um Rebound-Effekten entgegenzuwirken. Wird der Verbrauch einer bestimmten Ressource besteuert, führt die Steuer zu einer Erhöhung des Preises und zu einer damit verbundenen Dämpfung der Nachfrage. Aber es können umgekehrt auch Kostenersparnisse, die durch Effizienzsteigerungen entstehen, durch eine entsprechende Besteuerung abgeschöpft und ökonomische Rebound-Effekte, wie Einkommenseffekte, dadurch verhindert werden.

Ökosteuern haben vor allem in Verbindung mit Effizienzstandards großes Lenkungspotential (Expertenbefragung Rennings, Oktober 2012).

#### **Caps/Permits**

Caps bzw. absolute Obergrenzen des Verbrauchs verhindern die Entstehung des Rebound-Effektes. Wird der Verbrauch gedeckelt, kann er über einen bestimmten Wert nicht hinausgehen. Allerdings steht die Einführung eines absoluten Grenzwertes etwa für Emissionen vor mehreren Problemen. So ist es äußerst schwierig, einen globalen Grenzwert bzw. auch nur eine Deckelung für einzelne Länder oder Sektoren zu definieren. Da es sich nicht um geschlossene Volkswirtschaften handelt, besteht immer die Möglichkeit, Schlupflöcher zu finden, etwa die Produktion zu verlagern. So sind absolute Obergrenzen in der Theorie zwar am besten geeignet, um Rebound-Effekte einzudämmen, aber wegen der schwierigen Umsetzung besonders auf globaler Ebene kaum einsetzbar.

Tilman Santarius ergänzt in der Expertenbefragung (September 2012) die Wichtigkeit der Nachhaltigkeitskommunikation in Zusammenhang mit den politischen Rahmenbedingungen. Erst ein Verständnis der Öffentlichkeit macht den Weg frei für die Akzeptanz von einschneidenden politischen Maßnahmen, die von der Politik ergriffen werden müssen, um den Rebound-Effekt einzugrenzen.

### **3.4. Instrumente zur Beeinflussung der Rebound-Effekte ausweiten**

In diesem Kapitel wird in Abbildung 6 eine strukturierte Übersicht von unterschiedlichen Strategien des Rebound-Managements präsentiert. Die unterschiedlichen Instrumente wurden in Maßnahmenbündel zusammengefasst und ihre Interaktionen mit Pfeilen verdeutlicht. Vorweg soll schon festgehalten werden, dass nicht eine Instrumentengruppe allein ausreicht, um die Rebound-Effekte zieladäquat zu beeinflussen, sondern dass allein schon infolge der Komplexität von Rebound ein auf die jeweilige Ausgangssituation zugeschnittener Instrumentenmix erforderlich ist.

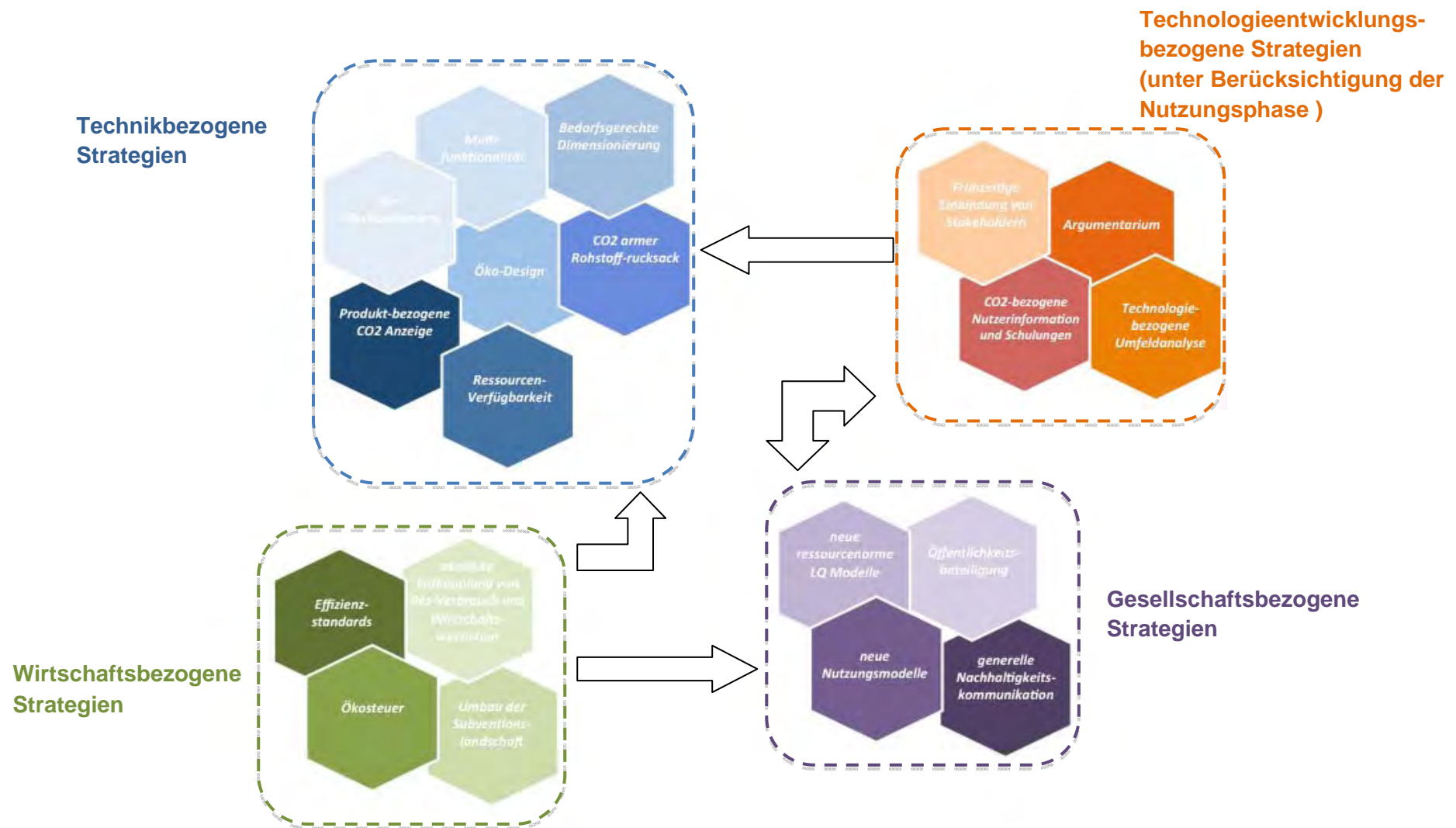


Abbildung 6: Systematik der Rebound-Management Strategien (ÖIN, 2012)

### 3.4.1. Technikbezogene Strategien

Technikbezogene Strategien können sowohl auf die Herstellung als auch auf die Nutzung eines Produktes wirken.

#### **Bedarfsgerechte Dimensionierung**

Die bedarfsgerechte Dimensionierung von Produkten verhindert einen Mehrverbrauch durch unnötige Größe, Gewicht, Verbrauch oder Leistung (Wohnraum, Automobil). Voraussetzung für eine bedarfsgerechte und ressourcenschonende Dimensionierung ist eine genaue Analyse der Verbraucherbedürfnisse und -gruppen.

#### **Öko-Design**

Öko-Design beschreibt das Konzept der umweltgerechten und ökologischen Gestaltung von Produkten, um Umweltbelastungen über den gesamten Lebenszyklus zu vermindern. In der Planungs- und Designphase versuchen die Produzenten bereits auf die verschiedenen Stationen der Wertschöpfung und stofflichen Lebenswege Einfluss zu nehmen und können so ressourcensparende Innovationen vorantreiben.

#### **Multifunktionalität**

Multifunktionalität ist ein wichtiges Konzept der Nachhaltigkeit, es kann sich auf die Funktionen eines Produktes, einer Ressource oder bestimmter Materialien beziehen. Multifunktionale Produkte sind entweder für mehrere Anwendungszwecke oder für die Verwendung unterschiedlicher Rohstoffe geeignet.

#### **Re-Mechanisierung**

Viele Alltagsgegenstände, die ursprünglich mechanisch betrieben wurden, wurden in Laufe der Zeit elektrifiziert. In einigen Fällen ist es durchaus denkbar, diese Entwicklung wieder umzukehren (zB Kaffeemühle, Mixer)

#### **Ressourcenverfügbarkeit**

Viele Technologien sind auf Ressourcen angewiesen, deren Verfügbarkeit knapp werden kann bzw. durch den übermäßigen Verbrauch bereits knapp geworden ist. Ein Ersetzen dieser Ressourcen (zB. Seltene Erden) durch recyceltes Material oder überhaupt andere, besser verfügbare Materialien bzw. der Einsatz einer anderen ressourcenschonenden Technologie ist notwendig, um die ökonomische (und auch gesellschaftliche) Abhängigkeit von knappen Ressourcen zu verringern.

#### **CO2-armer Rohstoffrucksack**

Anhand eines oder verschiedener Indikatoren kann die CO2 Bilanz eines Produktes errechnet werden. Diese Umweltbelastung wird auch als Rucksack bezeichnet. Der sparsame und effiziente Einsatz und die Wiederverwertung von Rohstoffen sind Voraussetzung, um den Rohstoffrucksack klein zu halten. Durch visuelle Hilfsmittel wie produktbezogene CO2 Anzeigen, kann die Umweltbelastung für die NutzerInnen besonders hervorgehoben werden.

### 3.4.2. Technologieentwicklungsbezogene Strategien

Technologieentwicklungsbezogene Strategien sollen den Kommunikationsfluss und den Informationsaustausch mit Stakeholdern bzw. der Gesellschaft einleiten und fördern. Dadurch können wertvoller Input eingeholt werden und etwaiger Widerstand oder Bedenken frühzeitig erkannt und gemildert werden.

**Frühzeitige Einbindung von Stakeholdern** Die frühzeitige Einbindung der Stakeholder (insbesondere der NutzerInnen) schon in der Entwicklungsphase hat einerseits den Hintergrund, wichtige Informationen einzuholen, die in den Entstehungsprozess eingebunden werden können. Andererseits wird dadurch etwaiger Widerstand durch einen höheren Identifikationswert der einzelnen Stakeholder vermindert.

**Argumentarium** Eine Zusammenstellung und Auflistung von sachlichen Argumenten über Nutzen, Vor-, Nachteile und Risiken erleichtert den Verantwortlichen den Umgang mit der Öffentlichkeit. Das Argumentarium dient als Hintergrundinformation und Bezugsquelle und soll die Kommunikation über ressourcensparende Herstellung und Nutzung eines Produktes bereichern.

**CO2-bezogene Nutzerinformationen und Schulungen** Erhöhter Verbrauch und dadurch entstehende Emissionen entstehen oft durch den falschen Gebrauch eines Produktes. Gut aufbereitete und leicht verständliche Informationsmaterialien und Schulungen können diesem Problem Abhilfe schaffen.

**Technologiebezogene Umfeldanalyse** Eine technologiebezogene Umfeldanalyse stellt wertvolle Informationen bereit, die im Entwicklungsprozess, während der Produktion und der Phase des Markteintrittes wichtig sind.

### 3.4.3. Gesellschaftsbezogene Strategien

Die Definition und Umsetzung eines nachhaltigen gesellschaftlichen Leitbildes ist notwendig, um ein kollektives Bewusstsein für die Wichtigkeit nachhaltiger Entwicklungen zu schaffen und zu stärken. Aus diesen gemeinsamen Wertvorstellungen entstehen Ansprüche an die Technik bzw. Technologiepolitik in Richtung effizienterer und ressourcenschonender Technologien. So kann, dem Bottom-up Prinzip folgend, eine Veränderung von der Gesellschaft mitgestaltet und umgesetzt werden.

**Neue ressourcenarme Lebensqualitätsmodelle** Die Entwicklung und Verbreitung neuer ressourcenarmer Lebensqualitätsmodelle, die nicht nur helfen Ressourcen zu schonen, sondern auch das menschliche Wohlbefinden zu steigern, ist Voraussetzung, um ein Bewusstsein für Nachhaltigkeit zu stärken und alltäglich zu machen. Diese Lebensqualitätsmodelle müssen alle Daseinsgrundbedürfnisse, also Wohnen, Ernährung, Konsum, Freizeit,

Bildung, Arbeit und Mobilität abdecken.

- Öffentlichkeitsbeteiligung** Um die Akzeptanz und den Identifikationswert zu erhöhen und einen gegenseitigen Informationsfluss zu ermöglichen, sollen interessierte bzw. betroffene Personen und Gruppen die Möglichkeit haben, bei der Entwicklung und Umsetzung eines nachhaltigen Leitbildes mitzuwirken. Diese Beteiligung kann auf vielen Ebenen geschehen und verschieden ausgeführt werden, z.B. in Form von Bürgerversammlungen, Runden Tischen oder großflächiger, beispielsweise durch Online-Partizipationsplattformen.
- Neue Nutzungsmodelle** Neue Nutzungsmodelle, wie etwa das Leihen von Produkten oder das gemeinschaftliche Nutzen einer Leistung oder eines Produktes, tragen dazu bei, den Ressourcenverbrauch zu verringern und sollen wichtiger Bestandteil eines nachhaltigen Leitbildes sein. Das gemeinsame Nutzen eines Produktes oder einer Dienstleistung bedeutet auch die Verbreitung und Akzeptanz neuer Besitzformen. Beispiele, die auch bereits umgesetzt werden, sind Carsharing-Modelle oder Gemeinschaftsgärten.
- Generelle Nachhaltigkeitskommunikation** Durch Nachhaltigkeitskommunikation sollen Wissen über Nachhaltigkeit vermittelt und so die gesellschaftlichen Wertvorstellungen langfristig geprägt und verändert werden. Mögliche Instrumente sind Nachhaltigkeits-Werbecampagnen, Umweltbildungsinitiativen, aber auch Umweltmanagent-Systeme oder Umwelt-Audits.

#### **3.4.4. Wirtschaftsbezogene Strategien**

Neben den bereits behandelten politischen Rahmenbedingungen für die Wirtschaft beinhalten die wirtschaftsbezogenen Strategien ordnungsrechtliche, marktwirtschaftliche oder fiskalpolitische Instrumente, die durch den Gesetzgeber vorgeschrieben und verbindlich umgesetzt werden müssen.

- Effizienzstandards** Effizienzstandards gelten als ordnungsrechtliche Maßnahmen. Sie legen Richtlinien und verbindliche Werte für den Energieverbrauch eines Gerätes oder Gebäudes fest. Allerdings können Effizienzstandards auch mit Rebound-Effekten gekoppelt sein, wenn zB grundsätzlich effizienter gewordene Verbrennungsmotoren in Kraftfahrzeugen durch steigende Leistung und steigendes Gewicht des Autos zunichte gemacht werden.
- Umbau der Subventionslandschaft** Ein Umbau der Subventionslandschaft in Richtung erneuerbarer Energien und Ressourcenschonung (und Streichung der Subventionen für fossile Brennstoffe) unterstützt die Entwicklung einer low carbon society. Selbst das Abstellen der nicht-nachhaltigen Förderungen im Energiebereich kann - auch ohne das dadurch freigewordene Geld in andere Förderungen zu stecken – einen Entwicklungsschub bei der Effizienzsteigerung bewirken.

### 3.5. Gesellschaftliche Potentiale zur Effizienzsteigerung aktivieren

Technologieentwicklungsbezogene und gesellschaftsbezogene Strategien bringen gemeinsam einerseits die gesellschaftlichen Potentiale in die Entstehungsprozesse einer Technik ein, und schaffen andererseits Möglichkeiten für die Gesellschaft, ein stärkeres Nachhaltigkeitsbewusstsein aufzubauen und damit die Nachfrage nach technischen Lösungen, wie Effizienzsteigerungen, weiter wachsen zu lassen. Die Integration der Betroffenen in die Entwicklungsprozesse der Technik und das Schärfen des gesellschaftlichen Sinnes für ihre Wichtigkeit und Legitimation als Treiber und Gestalter der Nachhaltigkeit ist ein großer Schritt in Richtung einer Low Carbon Society.

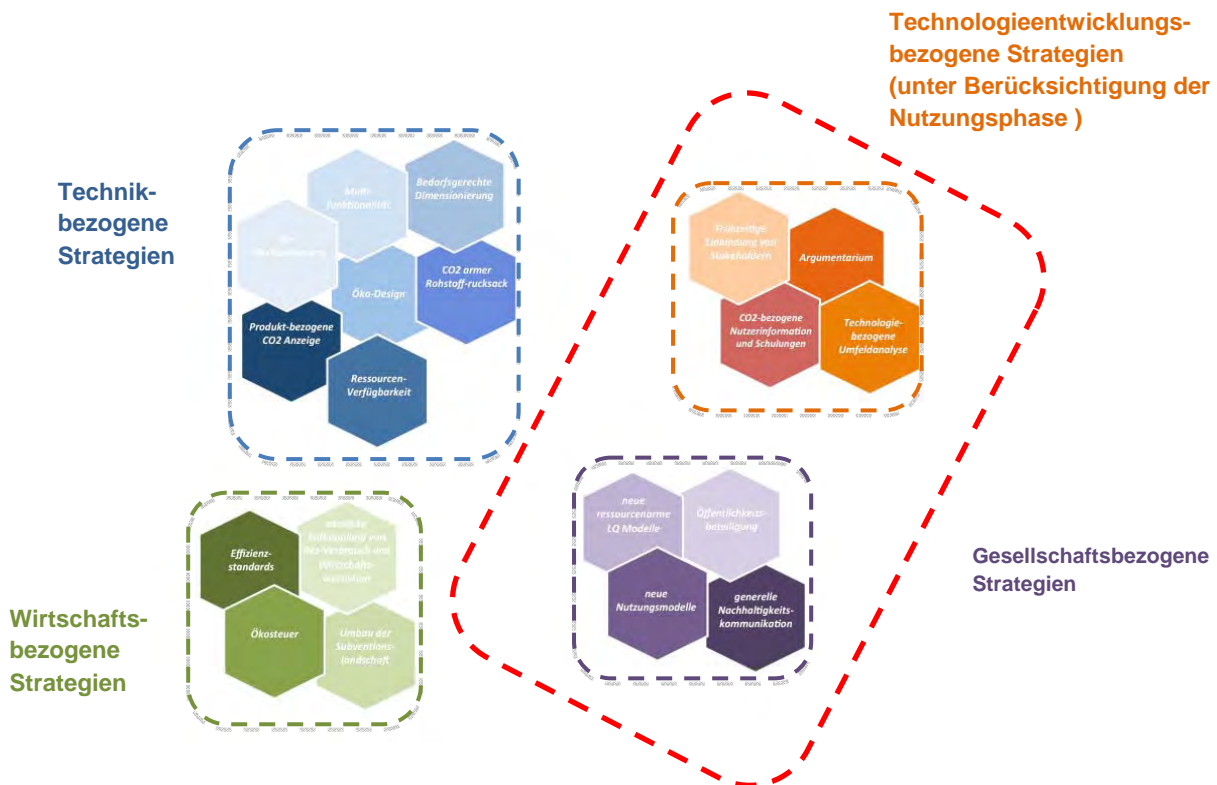


Abbildung 7: Aktivierung der gesellschaftlichen Potentiale zur Effizienzsteigerung durch technologieentwicklungsbezogene Strategien und gesellschaftsbezogenen Strategien (ÖIN, 2012)

#### Gesellschaftliche Trends in der Technologieentwicklung berücksichtigen

Eine Gesellschaft ist ein Gesamtbild vieler Individuen. Sie reagiert auf Anreize von außen, stößt Veränderungen aber auch von innen an und ist dadurch dynamisch und beweglich. Die Technik muss verstärkt versuchen, auf die Entwicklungstrends der Gesellschaft und damit auf die Bedürfnisse der Gesellschaft einzugehen und diese bereits in den Entwicklungsprozess einer Technologie mit berücksichtigen. Dem geht eine Analyse dieser Trends (aber auch der sogenannten schwachen Signale) voraus und eine Beurteilung, welche Trends und Entwicklungen für die Technik relevant (und auch mit Nachhaltigkeit vereinbar) sind. Wird im Rahmen der Entwicklung neuer Technologien ein Bezug zu den zukunftsfähigen Lebensqualitätsmodellen der Menschen hergestellt, so ist garantiert, dass die Technologie mit den Entwicklungen der Gesellschaft abgestimmt ist (wodurch auch ein wirtschaftlicher Erfolg für diese Technologien grundgelegt wird).

Neben dem Ablesen eines generellen Trends durch Beobachtungsinstrumente, wie zB Trendradars, gilt es, die verschiedenen Schnittstellen zwischen Gesellschaft und Technik zu erkennen und für den Technologieentwicklungsprozess relevante Entwicklungen einzugrenzen. Eine dynamische Gesellschaft, die die Grundsätze der Nachhaltigkeit begrüßt und umsetzt, gibt so die Rahmenbedingungen für die Technik und Technologieentwicklung vor, die umgekehrt wiederum Rahmenbedingungen für das Gedeihen der Gesellschaft formt und gestaltet. Gesellschaftliche Innovationen und technische Innovationen bedingen einander also und beeinflussen einander gegenseitig. Voraussetzung für diese Interaktion sind aktive Kommunikationskanäle zwischen Technik und Gesellschaft, reine Information ist hier zu wenig.

### **Einbindung der verschiedenen Stakeholder in die Technologieentwicklung**

Der Erfolg von Technik und Innovationen ist stark von ihren AdressatInnen abhängig. Es sind die AnwenderInnen, die sie richtig oder falsch einsetzen und die erwarteten und gewünschten Effekte damit auslösen. Der technologische Umbau der Gesellschaft setzt also die aktive Beteiligung der Einzelnen voraus und kann ohne diese nicht gelingen. Für die EntwicklerInnen einer Technologie ist es wichtig, die AnwenderInnen als ExpertInnen zu erkennen, deren Wissen immense Vorteile für den Technikerfolg hat. Aus diesem Grund ist es für die Technologieentwicklung unerlässlich, die AnwenderInnen und NutzerInnen bereits in den Entstehungsprozess einzubinden.

Für die Technikentwicklung gilt es in einem ersten Schritt zu analysieren, welche Stakeholder in den Beteiligungsprozess eingeladen werden sollen und wie dieser Prozess gestaltet werden soll. Ist eine passive Einbindung im Sinne von Information oder Konsultation ausreichend? Oder müssen die Beteiligten aktivere Rollen einnehmen und so in einen gegenseitigen Austausch treten können? Können gemeinsame Ziele ausgearbeitet werden, die richtungsgebend für den gesamten Prozess wirken?

Je mehr Raum den Stakeholdern für Kommunikation und Beteiligung gegeben wird, desto mehr kreativer Input kann von beiden Seiten gegeben werden. Dadurch können Ängste und Ablehnung gemildert und der Identifikationswert erhöht werden.

### **Techniktrends für die Gesellschaft aufbereiten**

Technische Lösungen sind auf die Akzeptanz und auch auf die Adaption durch die NutzerInnen angewiesen. In Einfamilienhäusern sind es letztendlich die HausbesitzerInnen, die entscheiden, welche und in welchem Ausmaß Modernisierungsmaßnahmen umgesetzt werden. Die MieterInnen entscheiden am Wohnungsmarkt, ob die besonders energieeffiziente Wohnung auch dem Mietpreis und den spezifischen Nebenkosten entspricht. Die KonsumentInnen entscheiden über den Kauf von Fahrzeugen mit sparsamen Verbrennungsmotor oder Elektroautos. Die Industrie kann also Produkte entwickeln und bewerben, die Politik Verordnungen und Gesetze erlassen oder auch Anreize schaffen, es liegt zu guter Letzt aber an den einzelnen NutzerInnen, eine Entscheidung zu treffen und diese technische Lösung auch richtig anzuwenden. Edukative und informative Maßnahmen erhöhen den Grad der Verbindlichkeit der NutzerInnen gegenüber der Technik und müssen im Rebound-Management einen hohen Stellenwert tragen (Expertenbefragung Rennings, Oktober 2012) .

Für die Technik gilt es, eine aktive Kultur der Kommunikation zu entwickeln. Im Zentrum dieser Kommunikation stehen drei Fragen:

- Welche Informationen sind für die Gesellschaft relevant?
- Wie viel Detailliertheit und Komplexität ist für die Gesellschaft zumutbar?
- Wie können diese Informationen aufbereitet und übermittelt werden?

Durch diese Kommunikation können ein besseres Technikverständnis geweckt und Berührungsängste und Angst vor Überforderung abgebaut werden. Nur eine Gesellschaft, die Technik und Innovation als wichtigen Teil und Motor ihrer Lebensqualität begrüßt, und integriert in die Entstehungsprozesse eingebunden ist, kann von Technik einen nachhaltigen Nutzen ziehen.

### **3.6. Forschungen zu gesellschaftlichen Strategien des Rebound-Managements in technologischen Forschungsprogrammen forcieren**

Wenn die gesellschaftliche Entwicklung mit einem ständig steigenden Energieverbrauch einher läuft, können rein technologische Effizienzmaßnahmen alleine (trotz steigender Forschungs- und Investitionsaufwendungen) die damit verbundenen Umweltauswirkungen nicht nachhaltig reduzieren. Andererseits ist jede Effizienzsteigerung, die durch geändertes gesellschaftliches Verhalten erreicht wird, ein genau so wichtiger Beitrag für eine nachhaltige, klimaverträgliche Entwicklung wie der technologische Beitrag, in vielen Fällen noch dazu deutlich kostengünstiger. Mit anderen Worten: was nicht verbraucht wird ist zu 100% effizient! Um den Druck auf und die Kosten für technologische Innovationen in Grenzen halten zu können, gilt es, die gesellschaftlichen Potentiale der Effizienzsteigerung gezielt zu nutzen. Hierzu liegen allerdings erst punktuell Forschungsergebnisse vor. Es wäre höchst an der Zeit, diese punktuellen Ergebnisse durch eine systematische Erforschung gesellschaftsbezogener Innovationen abzulösen, die Ergebnisse in ein umfassendes Rebound-Management zu integrieren und auf diese Weise gesellschaftliche und technologische Innovationen miteinander zu verbinden. Hierin kann auch ein großes Potential für radikale Innovationen, die sprunghafte Verbesserung der Energieeffizienz erwarten lassen, vermutet werden.

Indem Rebound-Effekte ja erst durch die (beabsichtigte oder unbeabsichtigte) Verbindung von technologischem Fortschritt mit gesellschaftlichem Handeln entstehen, kann ein Rebound-Management auch nur an der Schnittstelle Technik/Gesellschaft ansetzen. Zum Aufbau eines derartigen Managements sind allerdings noch viele Forschungsfragen zu klären. Einige hiervon sind:

- Identifikation von Rebound-Mechanismen und Ableitung von Informationen für Rebound-Management - Abstimmung der Management-Instrumente auf genau diese Schnittstellen (In welchen Lebensbereichen, bzw. welche Schnittstellen zwischen Gesellschaft und Technik sind besonders Rebound-gefährdet? Welche Schnittstellen sind Rebound-resistent? Kann von diesen Rebound-resistenten Beispielen gelernt werden?)



- Urbanes Rebound-Management: Wo gibt es Anknüpfungspunkte zwischen Technologiesystemen sowie ihren begleitenden Prozessen und der Gesellschaft in Hinblick auf Rebound-Effekte im urbanen Raum?
- Rebound-Management: Welche Instrumente laufen Gefahr soziale Ungleichheiten zu verstärken, welche Instrumente wirken dieser Entwicklung entgegen und welche Instrumente können neutral eingesetzt werden?
- Wie kann ein gesellschaftliches Rebound-Bewusstsein entwickelt werden? Ist die generelle Nachhaltigkeitskommunikation ausreichend?
- Durch welche Instrumente kann der Erfolg von Effizienzmaßnahmen in Bezug auf das Nutzerverhalten verstärkt werden? (Wieviel trägt der Nutzer zum Erfolg einer Effizienzmaßnahme bei und durch welche Maßnahmen kann dieser Erfolg erhöht werden)?
- Verhaltensabhängigkeit von individuellem Energieverbrauch und CO2 Erzeugung bezüglich a) nicht-technikbezogener Entscheidungen (Freizeitmobilität, Wohnstandortwahl) und b) technikbezogener Entscheidungen (Sanierung des Hauses, Art der Fortbewegung)
- Wie beeinflussen technische Innovationen die sozialen Innovation und umgekehrt (auf welchen Ebenen und in welchem Ausmaß)?
- Wie hoch ist der Einfluss von technischen Problemlösungen auf das Verhaltensveränderungspotential der Gesellschaft ?
- NutzerInnenkonsultation im Entwicklungsprozess einer Technologie: Wie kann diese Konsultation aussehen und integriert werden? Welche Vor- und Nachteile hat der Miteinbezug der NutzerInnen im Entstehungsprozess für die Eindämmung des Rebound-Effektes ?
- Wie können Techniktrends für die KonsumentInnen und NutzerInnen aufbereitet werden?
- Welchen Stellenwert haben Technik und Innovation in neuen Lebensqualitätsmodellen in Hinblick auf die Entstehung von Rebound Effekten?

Durch die Forcierung der gesellschaftsbezogenen Rebound-Forschung sollen nicht nur diese und ähnliche Forschungsfragen geklärt, sondern die diesbezüglich noch sehr rudimentäre Forschungskapazität in Österreich zielgerichtet und nachhaltig aufgebaut werden.

## 4. Literaturverzeichnis

- Barker, Terry; Ekins, Paul; Foxon, Tim (2007): The macro-economic rebound effect and the UK economy. *Energy Policy* 35, 4935-4946
- Barker, Terry; Dagoumas, Athanasios; Rubin, Jonathan (2009): The macroeconomic rebound effect and the world economy. *Energy Efficiency*, 2(4), 411-427
- Breakthrough Institute (Hrsg.) (2011): *Energy Emergence. Rebound & Backfire as emergent Phenomena. A Review of Literatur.* Oakland.
- EC (European Commission) (2011): *Climate Change.* Brüssel  
Url: [http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/factsheet-climate-change\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/factsheet-climate-change_en.pdf), 6. 6. 2012
- Frondel, Manuel; Vance Colin (2011): *Re-Identifying the Rebound – What about Asymmetry?.* Ruhr Economic Papers #276, Bochum: Ruhr-Universität Bochum
- Greening, Lorna; Greene, David L.; Difiglio, Carmen (2000): Energy efficiency and consumption – the rebound effect – a survey. *Energy Policy* 28 . 389-401
- De Haan, Peter (2009): *Energie-Effizienz und Reboundeffekte: Entstehung, Ausmaß, Eindämmung.* ETH Zürich.
- Herring, Horace; Roy, Robin (2007): Technological innovation, energy efficient design and the rebound effect. *Technovation*, 27(4), 194-203.
- Madlener, Reinhard; Alcott, Blake (2011): Herausforderungen für eine technisch-ökonomische Entkoppelung von Naturverbrauch und Wirtschaftswachstum (unter besonderer Berücksichtigung der Systematisierung von Rebound-Effekten und Problemverschiebungen). Im Auftrag von: Enquete-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität“ des Deutschen Bundestages. Zürich
- Madlener, Reinhard; Alcott, Blake (2006): Energy Rebound and Economic Growth: A Review of the main Issues and Research Needs. In: *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Biennial Workshop “Advances in Energy Studies – Perspectives into Energy Future”.*
- Peters, Anja; Sonnberger, Marco; Dütschke, Elisabeth; Deuschle, Jürgen (2012): Theoretical perspectives on rebound effects from a social science point of view – Working Paper to prepare empirical psychological and sociological studies in the REBOUND project. Fraunhofer ISI Working Paper on Sustainability and Innovation No. S 2/2012. Karlsruhe: Fraunhofer ISI
- Santarius, Tilman (2012): *Der Rebound-Effekt. Über die unerwünschten Folgen der erwünschten Energieeffizienz.* Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
- Saunders, Harry D. (1992): The Khazzoom-Brookes postulate and neoclassical growth. *Energy Journal* 13 (4), 131-148
- Sorell, Steve (2007): *The Rebound Effect: An Assessment of the Evidence for Economy-Wide Savings from Improved Energy Efficiency.* UK Energy Research Centre.
- Sorrell, Steve; John Dimitropoulos (2007): The rebound effect: Microeconomic definitions, limitations and extentions. *Ecological Economics* Nr. 65 (2008), 636 – 649
- Sunnika-Blank, Minna, Galvin, Ray (2012): Introducing the prebound effect: the gap between performance and actual energy consumption. *Building Research and Information* 40(3), 260-273
- UNIDO (United Nations Industrial Organization) (2011): *Industrial Energy conservation, rebound effects and public policy.* Working paper 12/2011.

[URL:http://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/Services/Research\\_and\\_Statistics/WP122011\\_Ebook.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Research_and_Statistics/WP122011_Ebook.pdf), 7. 5. 2012

WEC (World Energy Council) (2007): 2007 Survey of Energy Resources. London: World Energy Council

Expertenbefragungen:

Dr. Klaus Rennings, Zentrum für europäische Wirtschaftsforschungs GmbH, Projektleitung Projekt Rebound (im Auftrag des Deutschen Bundesministeriums für Bildung und Forschung), Telefongespräch Oktober 2012)

Dr. Tilman Santarius, Referent für Internationale Klima- und Energiepolitik, Schriftverkehr und Telefongespräch, September/Oktober 2012)

## 5. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

### Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Schematische Darstellung quantitativer und qualitativer Ziele in der Energieversorgung (ÖIN, 2012) .....	1
Abbildung 2: Übersichtsgraphik Rebound (ÖIN, 2012).....	3
Abbildung 3: Verzerrung der tatsächlichen Energieeinsparungspotentials durch Rebound- und Prebound Effekte (ÖIN, 2012) .....	4
Abbildung 4: Übersichtsgraphik der möglichen Rebound-Effekte (ÖIN, 2012) .....	6
Abbildung 5: Defizite in der Rebound-Forschung (ÖIN, 2012) .....	14
Abbildung 6: Systematik der Rebound-Management Strategien (ÖIN, 2012).....	20
Abbildung 7: Aktivierung der gesellschaftlichen Potentiale zur Effizienzsteigerung durch technologieentwicklungsbezogene Strategien und gesellschaftsbezogenen Strategien (ÖIN, 2012).....	24

### Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Direkte Rebound-Effekte von Energiedienstleistungen (Greening et al. 2000) .....	8
Tabelle 2: Schätzungen direkter und indirekter Rebound-Effekte nach Sektoren in UK (Barker/Foxon 2008, vgl. Breakthrough Institute 2011) .....	8
Tabelle 3: Schätzungen globaler direkter und makroökonomischer Rebound-Effekte nach Sektoren (Barker et al. 2009, vgl. Breakthrough Institute 2011) .....	9

## 6. Anhang – Folien des Workshops



ÖSTERREICHISCHES  
INSTITUT FÜR  
NACHHALTIGE  
ENTWICKLUNG

### Linking low carbon technologies with low carbon society

**Workshop mit BMVIT, 19. Juni 2012**

Univ.-Doz. Dr. Dietmar Kanatschnig  
Eva Lacher, Bakk. techn.  
Österreichisches Institut für Nachhaltige Entwicklung




Bundesministerium  
für Verkehr,  
Innovation und Technologie

### Rebound

#### Projektziel und -inhalte

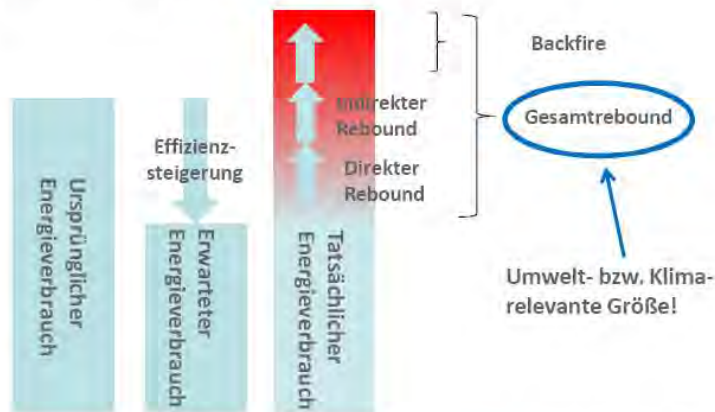
- Ziel**
  - Erarbeitung von Empfehlungen für die Technologiepolitik zur Eindämmung des Rebound Effektes
- Inhalte**
  - Darstellung des aktuellen Forschungsstandes zu Rebound (Literaturstudie)
  - Entwicklung von Strategien um technologischer Fortschritt so an gesellschaftliches Verhalten zu koppeln, dass klimaschädliche Emissionen reduziert werden (= der Rebound Effekt reduziert wird).



wirksam forschen

## Rebound Wirkung und Begriffe

(Vgl. Madlener und Alcott, 2011)



wirksam forschen

## Rebound – Stand der Forschung Messung

Mikroökonomischer Ansatz

- Methode: Analyse von Preisen, Substitutions- und Einkommenseffekten
- Robuste Aussagen bisher nur zu direktem Rebound (=> bei Endverbrauchern in Industrieländern, besonders Mobilität, Heizen und Kühlen) (Jenkins et al., 2011)
- Indirekte Rebound bzw. Gesamt-rebound mit diesem Ansatz schwierig messbar (Madlener und Alcott, 2011)

wirksam forschen

## Rebound – Stand der Forschung Messung



### Makroökonomischer Ansatz

- Statistische Methoden
- Datenlage unsicher
- Frage die vorangestellt werden muss (Madlener und Alcott, 2007): Wie können wir als Ausgangspunkt die aggregierte Effizienzsteigerung in einer Volkswirtschaft messen?

 *wirksam forschen*

## Rebound – Stand der Forschung Messung – Beispiele



### Ausgewählte Beispiele

- Direkter Rebound in Bereich Heizen/Kühlen, Mobilität (privat) => 10 – 30 % (Sorell, 2009)
- Indirekter Rebound in privaten Haushalten, die Handlungen zur Reduktion von Treibhausgasen setzen => 34 % (Druckman et al., 2011)
- Gesamtwirtschaftlicher Rebound mit rechenbaren Gleichgewichtsmodell für UK ermittelt => 11 % bzw. 26 % (inkl. direkter Rebound) (Barker et al., 2007)



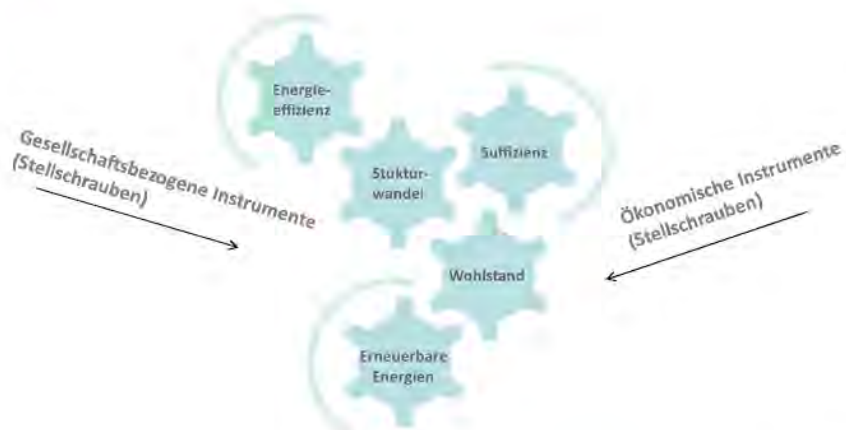
 *wirksam forschen*

## Rebound – Stand der Forschung Messung - Probleme

- Methodologien zur Rebound Messung sehr unterschiedlich (Vergleiche deshalb schwierig)
- Daten nicht vorhanden/schwierig zu erheben
- Rebound Effekte in Entwicklungs- und Schwellenländern kaum erforscht (Sorell, 2007)
- Gesamtwirtschaftlicher Rebound variiert stark nach untersuchtem Sektor

●●● *wirksam forschen*

## Rebound – Maßnahmenmix

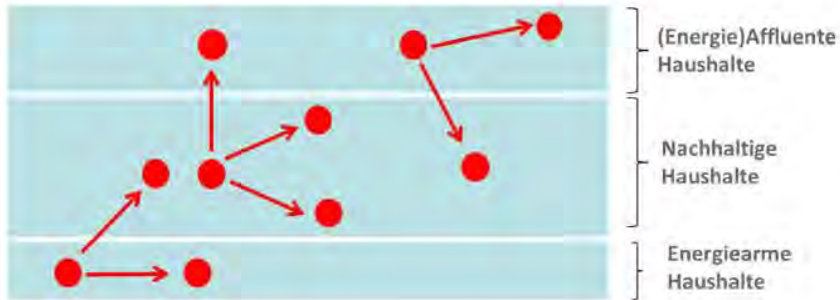


●●● *wirksam forschen*



## Rebound – Nachhaltigkeit (Tackling rebound whilst curbing fuel poverty)

●  
Unterschiedliche Maßnahmenbündel für unterschiedliche Einkommensschichten und Verbrauchsmuster



wirksam forschen

**oin** ÖSTERREICHISCHES  
INSTITUT FÜR  
NACHHALTIGE  
ENTWICKLUNG

Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt: [eva.lacher@oin.at](mailto:eva.lacher@oin.at)

**bm** **v** **f**

Bundesministerium  
für Verkehr,  
Innovation und Technologie