

**Werner Müller**

## **Rebound und Co.**

# **Überlegungen zur nachhaltigen Berufsbildung im Rahmen der Energieeffizienzstrategie**

Hochschultage Berufliche Bildung 2013

# Übersicht

1. Strategien zum Wandel der Energiesysteme
2. Rebound-Effekte: Erklärung, Definition, Wahrnehmung in Wissenschaft und Forschung
  - Beispiele: Beleuchtung, (Auto)Mobilität, Wohnen
  - Daten zu Stromverbrauch, Endenergieverbrauch
  - Erklärung und Bewertung von Rebound-Effekten
3. Nebenfolgen und „Kollateralschäden“
4. Spannungsfeld beruflicher Bildung für Nachhaltigkeit

***„The road to hell is paved with good intentions“***

(Urheberschaft umstritten)



Bild: Tegernseer Stimme, 12.9.2010 (<http://www.tegernseerstimme.de/leserstimme-der-seesteg-ist-doch-viel-zu-klein-gedacht/9493.html>)

## Strategien zur „Energiewende“

Energiepolitik ist von zentraler Bedeutung für die Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Ressourcenverbrauchs.

Drei Strategien:

- (1) Verstärkte Ausrichtung auf **erneuerbare Energien**
- (2) Steigerung der **Energieeffizienz**
- (3) **Suffizienz** (Frage nach dem rechten Maß; Lebens- und Wirtschaftsweise, die dem übermäßigen Verbrauch von Gütern und Energie ein Ende setzt)

Erneuerbare und Effizienz setzen wesentlich auf **technische Lösungen**.

Suffizienz basiert auf einem Wandel des Bewusstseins, gesellschaftlicher **Normen und Werte** – des Verhaltens.

## Effizienz in der öffentlichen Wahrnehmung

Erneuerbare Energien werden teilweise kritisch diskutiert (z.B. Sprit aus Biomasse, teure Fotovoltaik, Veränderungen des Landschaftsbildes durch WEA...)

Energieeffizienz ist dagegen positiv konnotiert.

Suffizienz findet in der öffentlichen Wahrnehmung kaum statt.



Quelle: enercity-Broschüre:  
[www.enercity.de/energieeffizienzpreis](http://www.enercity.de/energieeffizienzpreis)

# Was ist Energieeffizienz?

Beispiel (Auto-)Mobilität:

- **Technische Effizienz des Motors:** Bewegungsenergie geteilt durch Energieinput (in Form von Treibstoff). Der Wirkungsgrad von Motoren ist im Verlauf der Automobilgeschichte stark gestiegen.
- **Gefahrene Strecke pro Liter Benzin:** Stagniert seit den 1970er Jahren, da Effizienzgewinne auf der Ebene der Motoren dazu genutzt wurden, stärkere, schnellere, schwerere Autos zu bauen (das Modell T von Ford, 1908 erstmals gebaut, war mit zwölf Litern auf hundert Kilometer etwa so effizient wie heutige SUV).
- **Effizienz des Verkehrssystems:** Energiebedarf zur Erfüllung eines bestimmten Bedürfnisses (wenn ein Auto mit der gleichen Menge Kraftstoff 10% weiter fahren kann, aber die Wege gleichzeitig um 10% länger werden, ist nichts gewonnen).

(vgl. Hänggi, M. 2008)

## Entdeckung des Rebound-Effekts (Jevons-Paradoxon)

William Stanley Jevons entdeckte, dass die Entwicklung effizienter(er) Dampfmaschinen nicht zu einer Senkung des Kohleverbrauchs, sondern zu einer enormen Steigerung geführt hatte...

*„Anzunehmen, dass die wirtschaftliche Nutzung von Brennstoffen mit einem geringeren Verbrauch einhergeht, ist eine völlige Begriffsverwirrung. Das genaue Gegenteil ist der Fall.“ (1865 in „The Coal Question“)*



Bild: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alfred\\_Rethel\\_001.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alfred_Rethel_001.jpg)

## Wahrnehmung in Wiss. und Forschung

- Schwerpunkt in den Wirtschaftswissenschaften (erstmalige Beschreibung, in Abständen aufflammende Diskussionen)
- Nur wenig Beachtung in Technik- und Ingenieurwissenschaften - und dann i.d.R. eng, auf einzelne Produkte oder Dienstleistungen bezogene Analysen

Aktuell in D:

- Frondel, Manuel (RWI und Ruhr-Universität Bochum (diverse Veröffentlichungen, siehe auch Literaturhinweise)
- Sozialwissenschaftliche Fokusgruppen-Untersuchung Fraunhofer ISI (Peters et al 2012)
- Diskussion im Rahmen der Enquete-Kommission „Entkopplung!?“ (Zwischenbericht PG3, 2012)



## Wahrnehmung in Wiss. und Forschung

Es gilt: Rebound-Forschung hat keine Lobby. Mit Rebound lässt sich kein Geld verdienen.

*„Allen Programmen ist eines gemeinsam: Am Ende fließen die öffentlichen Forschungsgelder zum überwiegenden Teil entweder direkt an die Forschungs- und Entwicklungsabteilungen von Firmen oder an Forschungsinstitute und Arbeitsgruppen, die eng mit der Produktentwicklung für die Industrie verbunden sind. (...)*

*Die Zivilgesellschaft muss in die Definition, Durchführung und Evaluation von Forschungsprojekten mit eingebunden werden.“*

(Ober 2012, S. 57)

# Rebound-Effekte

Individuelle Ebene:

- **Direkter Rebound-Effekt:** Vermehrte Nachfrage oder Nutzung eines Produktes/einer Dienstleistung infolge höherer Energieeffizienz (z.B. Energiesparlampen häufiger oder länger brennen lassen...)
- **Indirekte Rebound-Effekte:** Nach einer Energieeffizienzverbesserung kann die Nachfrage nach anderen Produkten oder Dienstleistungen steigen (z.B. könnte jemand aufgrund eingesparter Treibstoffkosten für ein effizienteres Auto häufiger Fernreisen mit dem Flugzeug unternehmen)

Gesellschaftliche Ebene:

- **Gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte:** Vermehrte gesamtwirtschaftliche Nachfrage aufgrund veränderter Nachfrage-, Produktions- und Verteilungsstrukturen infolge Effizienzverbesserungen von Technologien.

## Definition

Wörsdorfer (2010): *„Änderungen des Verhaltens in Folge von Energieeffizienzverbesserungen in Richtung einer verstärkten Nutzung bzw. Nachfrage energieverbrauchender Produkte bzw. Dienstleistungen. Diese Verhaltensänderungen können durch eine Senkung der Nutzungskosten verursacht werden, aber auch durch andere Faktoren, die beispielsweise psychologischer oder soziologischer Natur sein können.“*

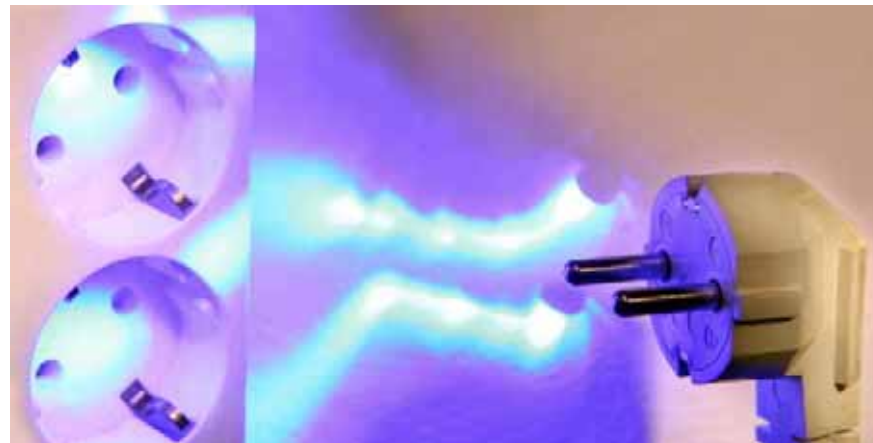
Unter dem Begriff „Rebound“ werden ausschließlich nutzerbezogene Aspekte gefasst.

(Höhere) Energie- und (andere) Ressourceninputs in Produktion und/oder Instandhaltung und Entsorgung fallen nicht darunter.

## Beispiel Beleuchtung

Vor hundert Jahren wurden neue Glühbirnen entwickelt (Wolfram). Sie verbrauchten nur 25% des Stroms für die selbe Leuchtkraft wie die alten Birnen mit Kohlenstofffäden.

Würde nun der Umsatz der Stromwirtschaft einbrechen? Die Sorgen waren umsonst: Weil Licht weniger kostete, wurde es zum Massengut; der Stromverbrauch stieg rapid an.



## Rebound Effekte

Im Zuge der Einführung von LED ist schon heute die Suche nach neuen Anwendungsfeldern für Beleuchtung im Gange:

- Leuchtende Fassaden in stimmungsvollen Farben, als Werbeflächen
- Großbildwände aller Orten
- Leuchtende Haushaltsgeräte
- Straßenmarkierungen
- Werbung
- ...

**Tab.: Sieben Jahrhunderte Beleuchtung in Großbritannien**

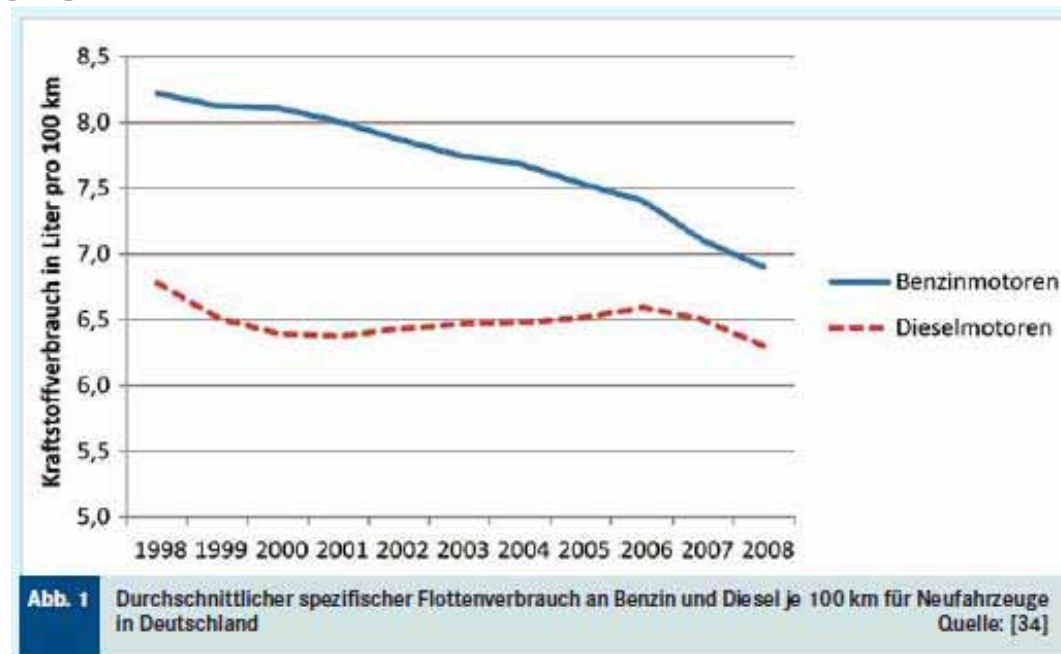
Jahr	Energiepreis	Effizienz	Preis für Beleuchtung	Lichtkonsum pro Kopf	Lichtkonsum	Reales BIP pro Kopf
1300	1,50	0,50	3	–	–	0,25
1700	1,50	0,75	2	0,17	0,1	0,75
1750	1,65	0,79	2,1	0,22	0,15	0,83
1800	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1850	0,40	4,40	0,27	3,90	7	1,17
1900	0,26	14,5	0,042	84,7	220	2,90
1950	0,40	340	0,002	1 528	50 000	3,92
2000	0,18	1 000	0,0003	6 566	25 630	15

Alle Indizes sind für das Jahr 1800 auf 1 normiert Quelle: [25]

## Beispiel Automobilität

### Beispiel 2 **Auto:**

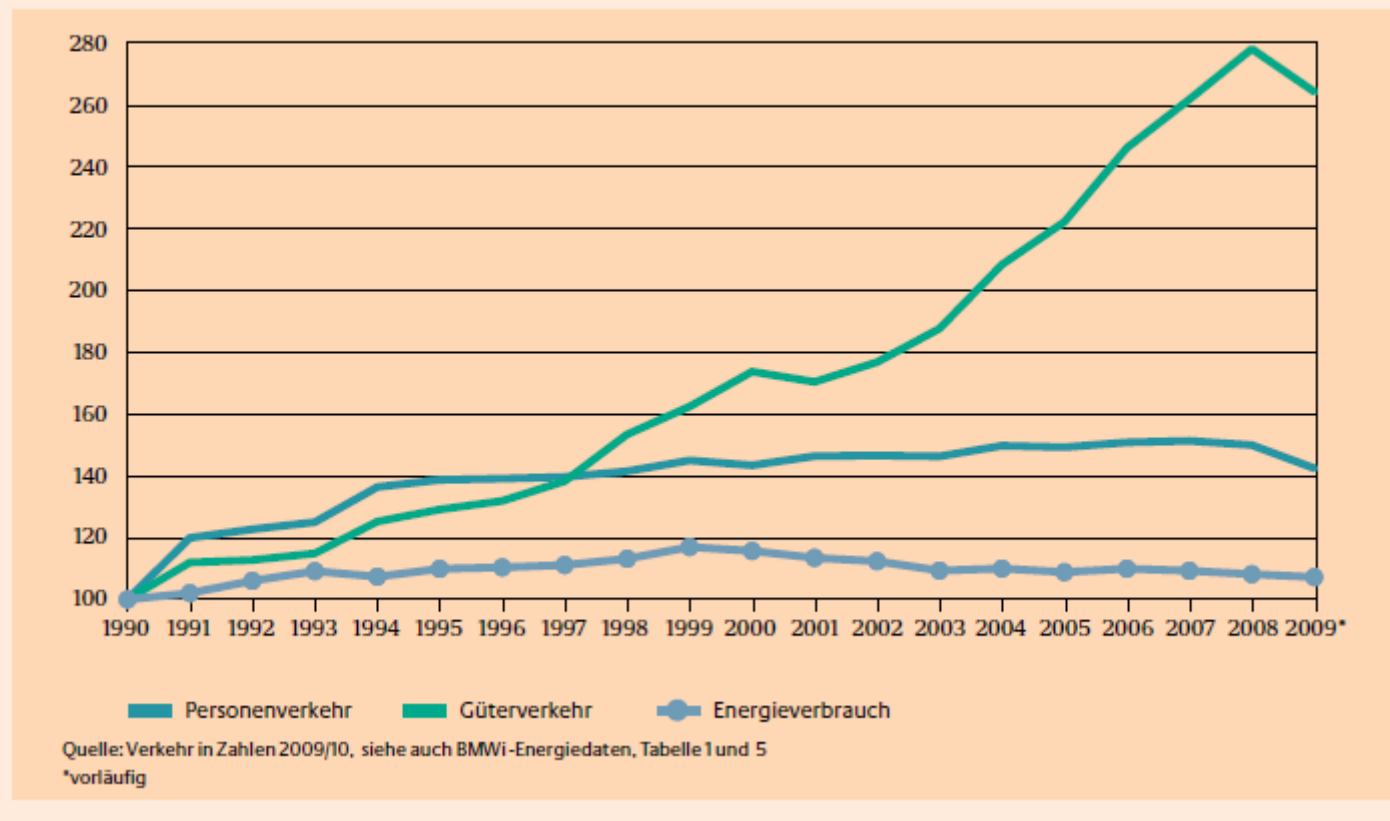
Den Effizienzsteigerungen zum Trotz stagnieren die Kraftstoffverbräuche



Frondel, M. (2012a)

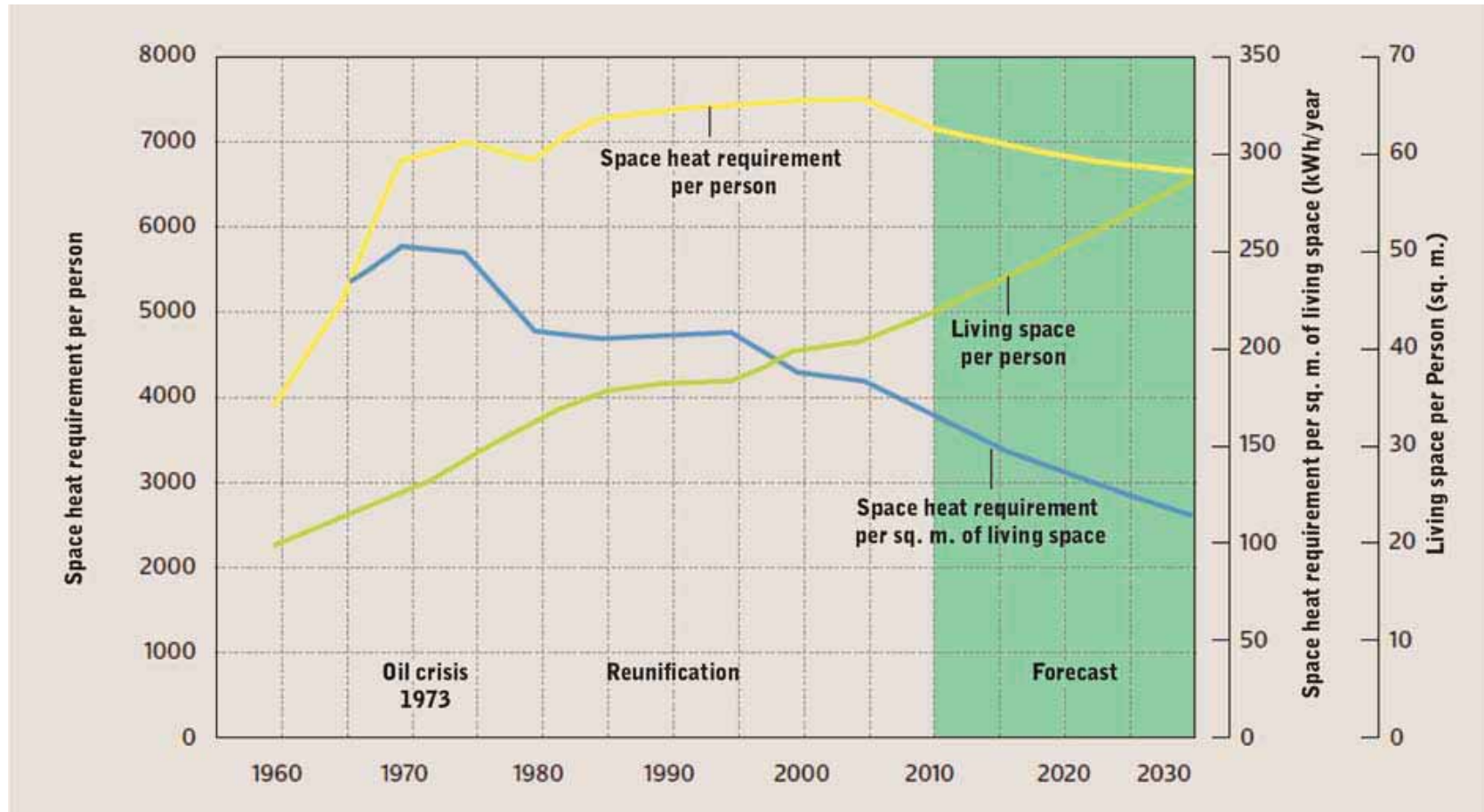
# Beispiel Automobilität

Schaubild 17: Verkehrsleistungen Personen-/Güterverkehr und Energieverbrauch in Deutschland  
1990 – 2009, Index 1990 = 100



BMWi 2009, S. 28

## Rebound Beispiel Wohnen



Source of the illustration: BMWI (2011). Illustration there taken from Ebert et al. (2010).



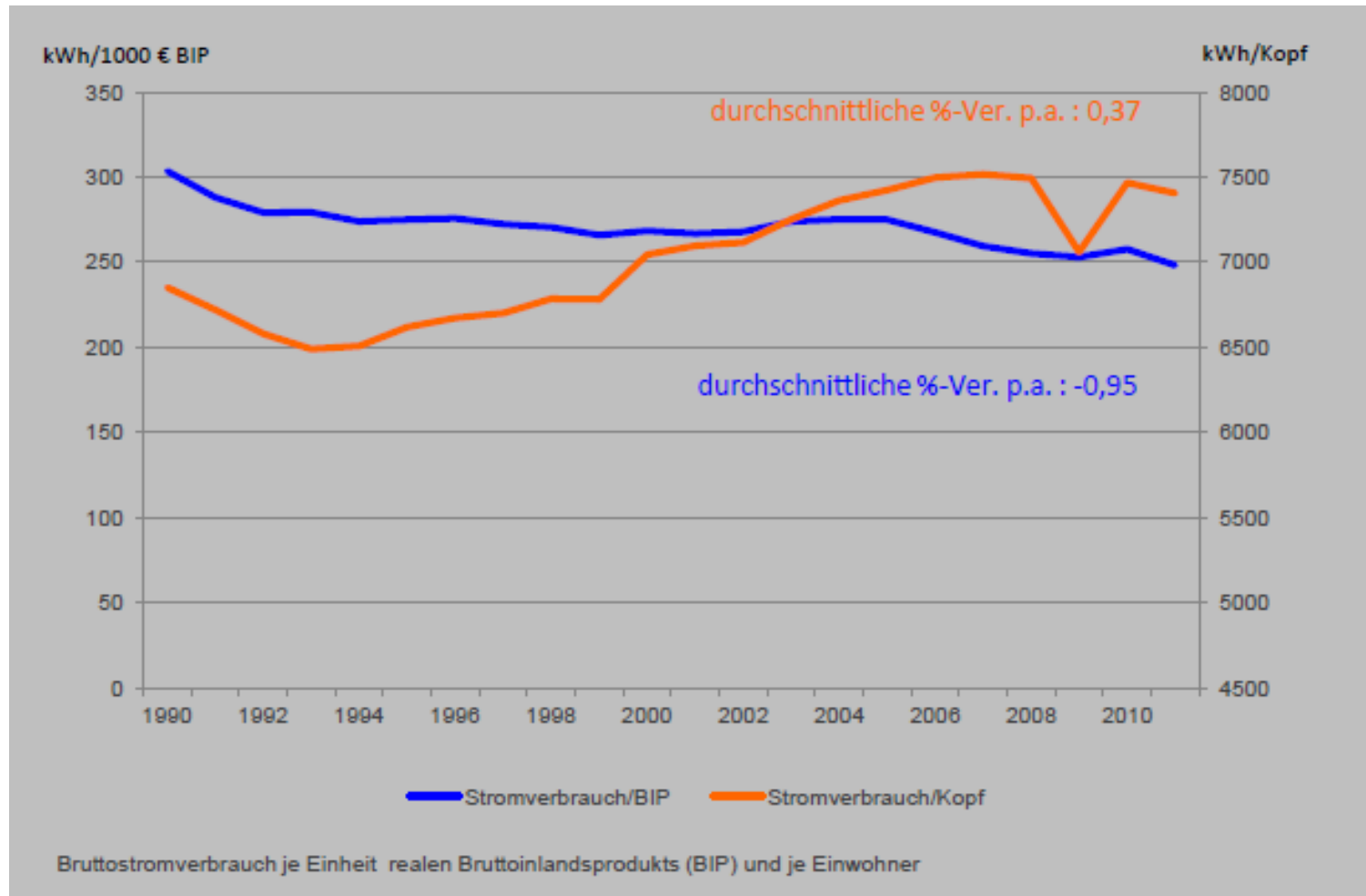
## Rebound Beispiel Wohnen

Studien kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen bzgl. der Höhe des direkten Rebound-Effekts:

Sorrell (2007), Greening et al. (2000), Jenkins et al. (2011):

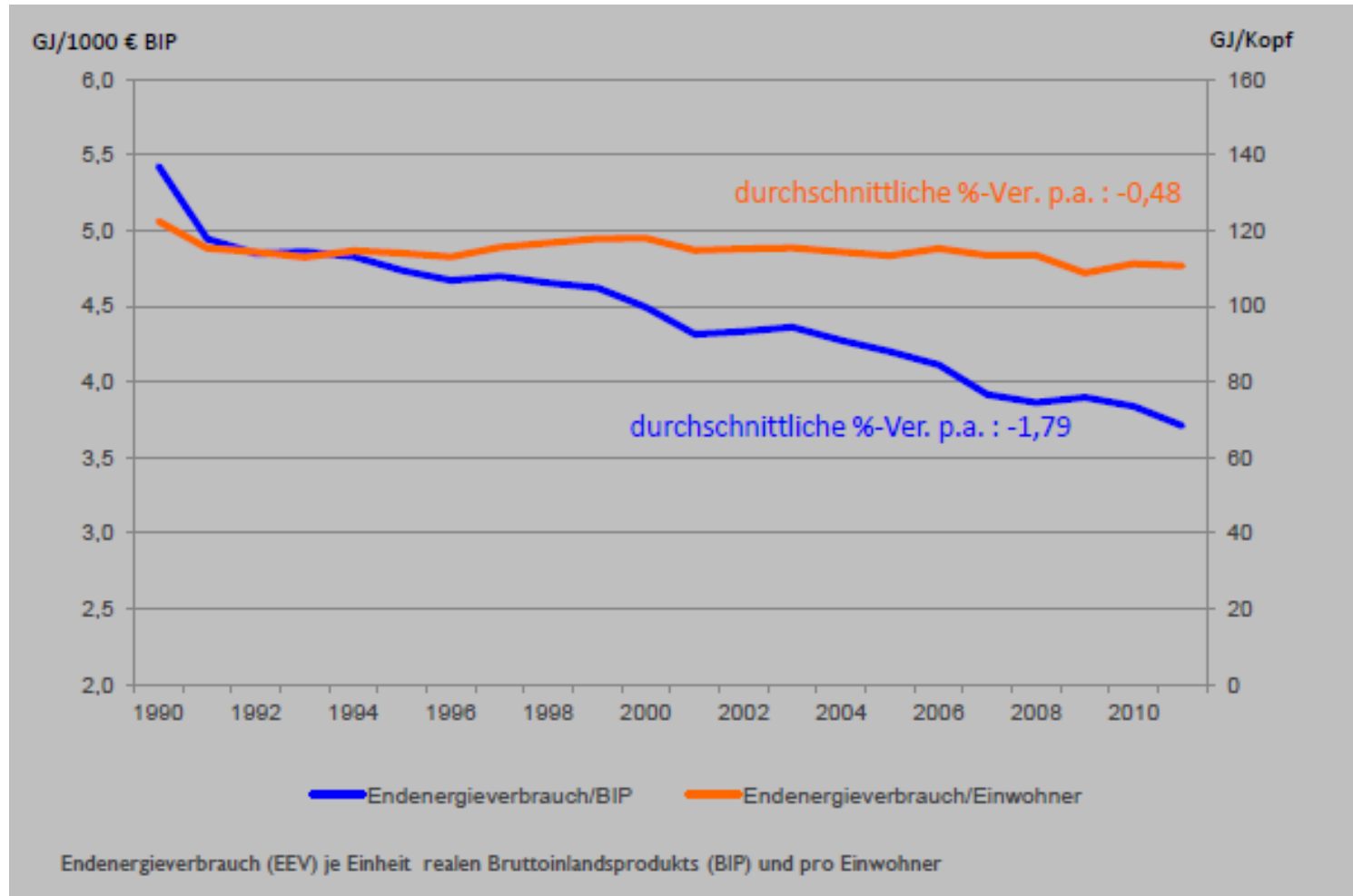
- Beleuchtung zwischen 5 und 12% (vier Studien)
- Raumwärme zwischen 1,4 und 60% (neun Studien)
- Klimatisierung zwischen 0 und 50% (neun Studien)

# Bruttostromverbrauch



Quelle: AGEB 2012

# Endenergieverbrauch



Quelle: AGE B 2012

## Erklärung von Rebound-Effekten

- Wahrgenommene Wirksamkeit des Verhaltens: sparsame Nutzung verliert bei Effizienztechnologien an Bedeutung
- Wahrgenommene Konsequenzen: weniger umweltschädlich und/oder kostenintensiv
- Wahrgenommene Verhaltenskontrolle: wenn Energiekosten als Hemmnis wahrgenommen werden, eine Technik (mehr) zu nutzen
- Persönliche Norm: moralische Überzeugung
- Soziale Norm: Werte, was wird sozial anerkannt/belohnt

# „moral licensing“



**SPIEGEL ONLINE AUTO**

NACHRICHTEN VIDEO THEMEN FORUM ENGLISH DER SPIEGEL SPIEGEL TV ABO SHOP **Toyota**

Home Politik Wirtschaft Panorama Sport Kultur Netzwelt Wissenschaft Gesundheit einestages Karriere Uni Schule Reise Auto

Nachrichten > Auto > Aktuell > VW-Modelle > VW macht den Kleinwagen Up mit einem Erdgasantrieb zum Öko-Auto [Login](#) | [Registrierung](#)

## Autogramm VW Eco Up: Mit gutem Gewissen Gas geben

Von Tom Grünweg

Er sieht aus wie ein normaler VW-Up, hat weder einen Hybrid,- noch reinen Elektroantrieb an Bord, ist auch nicht besonders teuer und trotzdem eine kleine Ökorevolution. Der VW Eco-Up fährt mit trivialem Erdgasantrieb - und wird so zu einem der sparsamsten und umweltfreundlichsten Autos der Welt.

ANZEIGE



TOYOTA  
NICHS IST  
UNMÖGLICH



Fotos ▶

## Begründungen von Effizienzinvestitionen

*„Ich rechne dann immer: Mein Auto habe ich eh. Also was kostet mich der Sprit, um da-hin zu fahren? Je sparsamer das Auto ist, desto öfter gewinnt dann das Auto gegenüber der Bahn. Die Veränderung ist dann eher negativ in dem Sinne, dass man dann noch öf-ters sagt: Dann fahre ich doch lieber mit dem Auto.“  
(JR, FG07: 104)*

*„Wenn ein Auto viel Sprit braucht, teuer fährt, dann überlegst du es eher, ob du diese Fahrt machen kannst oder nicht.“ (SS, FG09: 506)*

*„Ich brauch eh ein größeres Auto, damit ich mich auf der Autobahn wohler fühle, habe aber die Kosten von einem Kleinfahrzeug.“ (DR, FG07: 113)*

*„Wenn ich schon so ein Assi bin und so ein großes Auto durch die Gegend schleudere, dann will ich das auch irgendwie...“ (CR, FG09: 168)*

*„Manche Sachen sind dann auch der Natur zuliebe. Also gerade das Thermosolar auf dem Dach hätte ich nicht so auslegen müssen, wie ich es ausgelegt habe. Da hätte es auch weniger getan.“ (RS, FG02: 78)*

*„Ich habe mir von der EnBW so einen elektronischen Zähler da rein bauen lassen, um überhaupt mal zu sehen, was läuft denn da so permanent raus. Man muss das ja sekundengenau beobachten können. Bin nur wieder frustriert, dass da so eine Grundlast von 300 Watt immer noch im Haus läuft, auch wenn praktisch alles aus ist. “ (RS, FG02: 66)*

Beispiele aus: Fraunhofer 2012

## Bewertung von Rebound-Effekten

„Überblicksstudien zeigen (...), dass der Rebound-Effekt in einem überwiegenden Großteil der Fälle eine signifikante Größe, zwischen 50 % und 100 %, darstellt, mit einem ernst zu nehmenden Risiko von „Backfire“.

Angesichts der (...) Hinweise (...) empfiehlt das Gutachten eine Abkehr von reinen technischen Effizienzzielen, auch weil diese als relative Größe nichts über die absolute Belastung der Umwelt aussagen können. Jede Effizienzmaßnahme müsste mit entsprechenden Maßnahmen zur Vermeidung des Rebound-Effekts flankiert werden, damit ihre ökologische Wirkung sichergestellt ist.“

(Zwischenbericht PG3 2012, S. 9)

## Bewertung von Rebound-Effekten

„Zwei selbstverständliche Dinge kennzeichnen die Logik von Verbrauch und Produktion: 1. Verbraucher konsumieren gerade so viel, wie sie sich leisten können, 2. Hersteller produzieren das, wovon sie sich Gewinne versprechen.“ (Weizsäcker et al 2010, S. 304-305)

„Technik wird effizienter, seit es sie gibt; noch nie ging deshalb der globale Energieverbrauch zurück. Wie effizient (fossile) Energie genutzt wird, ist für das Klima vollkommen irrelevant: Es kommt allein darauf an, wie viel davon verbraucht wird.“ (Hänggi 2008)



## (Zwischen-)Fazit Rebound

Auffallend:

- Sehr unterschiedliche Ergebnisse zu Größenordnungen und folglich der Bedeutung von Rebound-Effekten
- Eine umfassende Betrachtung geht mit großen Unschärfen einher
- Evident ist der Zusammenhang des individuellen Verhaltens zwischen finanziellen Möglichkeiten, Energie-/Lebenshaltungskosten sowie Werten und Konsummustern (Lebensstile)

## Nebenfolgen / „Kollateralschäden“

Wie alle Technologien, können auch Energieeffiziente eine Reihe weiterer Probleme mit sich bringen. Dies wird bei Betrachtung der Produktlebenszyklen und unbeabsichtigter Nebenfolgen deutlich.

Beispiele:

- WDVS aus Polystyrol → Brandgefahren, Belastung durch Pestizide im Putz (z.B. Terbotryl, in der Landwirtschaft verboten), Brandhemmer, ungeklärte Entsorgung
- Energiesparlampe → Quecksilber
- Biosprit → Nahrung vs. Kraftstoff



# Weitere Aspekte technologieorientierter Nachhaltigkeitsstrategien

Neben Rebound-Effekten können je nach Technologie und Sektor können zudem

- Höhere Energie- und Ressourcenbedarfe in Produktion, Instandhaltung, Entsorgung
- Nebenfolgen/Kollateralschäden durch neue
- Verluste durch suboptimale Maßnahmenplanung und mangelhafte Ausführung
- Obsoleszenz (geplante Nutzungsdauerverkürzung, Gestaltung nicht-reparabler Produkte)

zu Buche schlagen.

# Berufliche Bildung und das Konzept der Nachhaltigkeit

Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung bewegt sich im Spannungsfeld zwischen Anforderungen durch das Konzept der Nachhaltigkeit und dem didaktisch Möglichen

Für die didaktische Umsetzung wird die inhaltliche Ausrichtung an beruflichen Handlungsfeldern und Handlungssituationen empfohlen (vgl. Kastrup et al 2012, S. 120).



„Die Bindung an konkrete berufliche Aufgabenstellungen hat einen doppelten positiven Effekt. Zum einen verhindert sie „Katastrophendidaktik“ (...). Stattdessen wird ein positives erreichbares Ziel aus dem eigenen Kompetenzbereich angestrebt. (ebd. S. 122)

## Spannungsfeld beruflicher Bildung

„Dabei darf sie sich nicht auf eine Anpassungsqualifizierung im Rahmen einer aktuellen gesellschaftlichen bzw. branchenbezogenen Herausforderung beschränken.“

„Wie können unsere Lernsituationen von Fall zu Fall auf Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung ausgerichtet werden?“

„Dabei sind dann nicht nur Produkte (...) in den Blick zu nehmen, sondern auch die Arbeitsprozesse einschließlich der Materialbeschaffung, des Transports, der Baustelleneinrichtung, der Abfallentsorgung usw.“

### Kann das ausreichen?

# Ohne „social transition“ keine Nachhaltigkeit

The energy transition is not just a technical challenge; it will also challenge us to change our behavior. If the goals of Germany's energy transition are to be met, Germans will have to pursue “**sufficiency** strategies” focusing on a cultural transformation – a process that cannot be completed overnight, but will take time and require a lot of awareness-raising.

<http://energytransition.de/>

„Ignoranz erhöht Entscheidungsfähigkeit, Entscheidungsfähigkeit steigert die Position.“

(Müller, K.B. (2013) dazu auch: Haan, Kamp et al (2008))

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.**



# Literatur

Hänggi, M. (2008): Das Problem mit dem Rebound. Technology Review 5.12.2008.

<http://www.heise.de/tr/artikel/Das-Problem-mit-dem-Rebound-275858.html>; Letzter Zugriff 8.3.2013.

AGEB (2012): Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland. Daten für die Jahre 1990 – 2011.

Stand Oktober 2012. <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=118&archiv&preview=true>; letzter Zugriff 8.3.2013.

Fraunhofer (2012): Peters, A., Sonnberger, M., Deuschle, J.: Rebound-Effekte aus sozialwissenschaftlicher Perspektive – Ergebnisse aus Fokusgruppen im Rahmen des REBOUND-Projektes. Working Paper Sustainability and Innovation, No. S. 5/2012. <http://econstor.eu/bitstream/10419/60247/1/720202345.pdf>; letzter Zugriff 8.3.2013.

Frondel, M. (2012a): Der Rebound-Effekt von Energieeffizienzverbesserungen. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 62. Jg. Heft 8

Frondel, Ritter, Vance (2012b): Heterogeneity in the rebound effect: Further evidence for Germany. In: Energy Economics 34, S. 461-467. Elsevier. [www.elsevier.com/locate/eneco](http://www.elsevier.com/locate/eneco).

Zwischenbericht PG3 (2012): Projektgruppe 3 der Enquete-Kommission „Wachstum, Ressourcenverbrauch und technischer Fortschritt – Möglichkeiten und Grenzen der Entkopplung“. Zwischenbericht 7. Mai 2012.

Haan, Kamp et al (2008): Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit: Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen. Berlin, Heidelberg: Springer. (Ethics of Science and Technology Assessment, 33). Online im Internet: URL: <http://d-nb.info/990631540/34> Letzter Zugriff: 29.10.2012



# Literatur

Ober, S. (2012): Öffentliches Fachgespräch zum Thema „Nachhaltigkeits- und Transformationsforschung“, Stellungnahme Naturschutzbund Deutschland. Deutscher Bundestag, Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung. A-Drs. 17(18)281 b *neu*, 21.06.2012.

Wörsdorfer, J. S. (2010). Consumer needs and their satiation properties as drivers of the rebound effect. The case of energy-efficient washing machines. *Papers on Economics & Evolution*, 1016. Jena: Max Planck Institute of Economics.

Müller, K.B. (2013): Kompetenz geht anders. *Taz*, 18.1.2013. <http://www.taz.de/Himbeerreich-von-Andres-Veiel/!109314/>

Kastrup, J.; Kuhlmeier, W.; Reichwein, W. Vollmer, T. (2012): Mitwirkung an der Energiewende lernen. Leitlinien für die didaktische Gestaltung der Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung. *lernen und lehren*, Schwerpunktthema Erneuerbare Energie, Heft 107, 27. Jg. 3/2012, S. 117-124.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (2009): *Energie in Deutschland: Trends und Hintergründe zur Energieversorgung in Deutschland*. Aktualisierte Ausgabe April 2009. Berlin. URL: [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de) [Stand 2009-09-17].

Weizsäcker, E. U. et al (2010): *Faktor Fünf: Die Formel für nachhaltiges Wachstum*. München: Droemer, [www.gbv.de/dms/zbw/600218007.pdf](http://www.gbv.de/dms/zbw/600218007.pdf) / [http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=3299670&prov=M&dok\\_var=1&dok\\_ext=htm](http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=3299670&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm).