

Mehr Wohlstand – weniger Ressourcen

Instrumente für mehr Ressourceneffizienz
in Wirtschaft und Gesellschaft



Günter Reuscher, Christiane Ploetz, Yuliya Yemets,
Axel Zweck

Mehr Wohlstand – weniger Ressourcen

Instrumente für mehr Ressourceneffizienz in Wirtschaft und Gesellschaft

Günter Reuscher, Christiane Ploetz, Yuliya Yemets, Axel Zweck

Herausgeber:
Zukünftige Technologien Consulting
der VDI Technologiezentrum GmbH
VDI-Platz 1
Airport City
40468 Düsseldorf

im Auftrag der VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH

Diese Publikation wurde von der Abteilung Zukünftige Technologien der VDI Technologiezentrum GmbH im Auftrag der VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE GmbH) erstellt. Die VDI ZRE GmbH wird aus Mitteln der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert.



Durchführung: Dr. Günter Reuscher
Christiane Ploetz
Yuliya Yemets
Prof. Dr. Dr. Axel Zweck

Kontakt: Christiane Ploetz (ploetz@vdi.de)
Dr. Günter Reuscher (reuscher@vdi.de)

Dank gilt einer Vielzahl von Experten, die wertvolle Beiträge und Anregungen geliefert haben. Melanie Vollmer und Tim Prinzen gilt Dank für die organisatorische und redaktionelle Unterstützung bei der Durchführung der Studie.

Zukünftige Technologien Nr. 94
Düsseldorf, im September 2011
ISSN 1436-5928

Für den Inhalt zeichnen die Autoren verantwortlich. Die geäußerten Auffassungen stimmen nicht unbedingt mit der Meinung des BMU oder der VDI ZRE GmbH überein.

Titelbild: Halteverbot/Zusatzschild: „Frei für ladende Elektrofahrzeuge“
(Quelle: Chrischerf / cc-by-sa 3.0)

Zukünftige Technologien Consulting (ZTC)
der VDI Technologiezentrum GmbH

VDI-Platz 1
Airport City
40468 Düsseldorf

Inhaltsverzeichnis

EXECUTIVE SUMMARY	7	
EINLEITUNG	17	
1	POTENZIALE FÜR RESSOURCENEFFIZIENZ	18
2	STRATEGIEN UND INSTRUMENTE FÜR RESSOURCENEFFIZIENZ	22
2.1	Information als Basis für ressourceneffizientes Handeln	22
2.1.1	Labels und Kennzeichen gegen Informationsasymmetrien	23
2.1.2	Beratung gegen Informationsdefizite	28
2.1.3	Ständiges Feedback bringt mehr als reine Information	30
2.2	Selbstorganisation der Akteure	32
2.2.1	Selbstverpflichtungen der Wirtschaft	33
2.2.2	Programme mit freiwilliger Teilnahme	36
2.2.3	Normen und Richtlinien	38
2.3	Die Kräfte des Markts mobilisieren	41
2.3.1	Preissteuerung: Abgaben	42
2.3.2	Preissteuerung: Subventionen	51
2.3.3	Mengensteuerung (Zertifikatehandel)	62
2.4	Der Ruf nach dem Gesetzgeber	69
2.4.1	Verbote – häufig unvermeidlich	70
2.4.2	Dynamische Effizienzstandards setzen	72
2.4.3	Mehr Produktverantwortung	73
2.4.4	Nachfrage steuern – Einkauf und Beschaffung	75
2.4.5	Gesetze flexibilisieren	77
3	ANWENDUNGSBEISPIELE FÜR INSTRUMENTE IN BEDÜRFNISFELDERN	79
3.1	Mobilität	79
3.2	Ernährung	94
3.3	Information und Kommunikation	105
3.4	Bauen und Wohnen	120
4	ANHANG	131
4.1	Abbildungsverzeichnis	131
4.2	Tabellenverzeichnis	135
4.3	Quellenverzeichnis	135

EXECUTIVE SUMMARY

1. Die aktuellen Instrumente adressieren v.a. die Energie- und CO₂-Problematik

Die Analyse der Instrumente hat gezeigt, dass der **Schwerpunkt der Aktivitäten bislang im Bereich Energie** liegt. Ob Gesetze, marktorientierte Ansätze oder freiwillige Maßnahmen – derzeit dreht sich sowohl in der Politik als auch in der Wirtschaft fast alles um die Themen Energieeffizienz, CO₂-Emissionen und Klimawandel.

Bisher steht Energieeffizienz im Mittelpunkt

Doch diese Sichtweise beginnt sich zu verändern. Ausgelöst durch die Diskussionen um Rohstoffknappheit, Seltene Erden und strategische Metalle erweitert sich das Spektrum um mineralische, metallische und biologische Ressourcen. Doch obwohl sich von den energiebezogenen Instrumenten vieles lernen lässt, gibt es einige fundamentale Unterschiede zwischen Energieressourcen und anderen Ressourcen, die auch andere Anforderungen an das Instrumentarium stellen. Eine der größten Herausforderungen beim Thema Ressourceneffizienz liegt darin, dass es um ganz **verschiedene Ressourcen** geht: Energierohstoffe, Metalle, nachwachsende Rohstoffe, Wasser, Boden, Biodiversität. Für diese Stoffe gibt es keine universelle, umweltrelevante Messgröße wie kWh oder CO₂-Äquivalente.

Rohstoffknappheit rückt mineralische, metallische und biologische Ressourcen ins Zentrum

Darüber hinaus muss die **Belastbarkeit der Ökosysteme** mit Abfällen und Schadstoffen berücksichtigt werden: Diese Grenzen sind oft schneller erreicht als die Reichweite der Rohstoffe. So ist der Klimawandel und die Notwendigkeit der Reduktion von Treibhausgasen eine zentrale Triebfeder für den Umbau unseres Energiesystems – und nicht nur die Verfügbarkeit von Kohle, Öl und Gas.

Die Senkenfunktion der Ökosysteme begrenzt die Rohstoffnutzung

Energie- und Ressourcenfragen sind also stets eng miteinander verknüpft. Allerdings greift oftmals die reine Energiebetrachtung zu kurz, da die Verfügbarkeit der Rohstoffe und die Belastungen der Ökosysteme von der Gewinnung bis zur Entsorgung der Rohstoffe meist nicht betrachtet werden. Es gilt also Instrumente zu entwickeln, die auch die Ressourcenproblematik adressieren.

2. Die größten Hebel für mehr Ressourceneffizienz liegen am Ende der Wertschöpfungskette

Für die vorliegende Studie wurden Hebel in vier Bedürfnisfeldern untersucht: Mobilität, Ernährung, Bauen und Wohnen sowie Information und Kommunikation. Diese Bedürfnisfelder machen laut statistischem Bundesamt in Deutschland mehr als 75 % des privaten Konsums aus und sind damit für einen Großteil des Ressourcenverbrauchs verantwortlich.

Vier Bedürfnisfelder machen 75 % des privaten Konsums in Deutschland aus

Die Analyse der Instrumente hat in allen vier Bedürfnisfeldern gezeigt, dass die **größten Hebel für mehr Ressourceneffizienz am Ende der Wertschöpfungskette liegen**. 40 % der weltweit produzierten Lebensmittel werden weggeworfen. 50 % der in Deutschland

vertriebenen Zeitschriften erreichen nie einen Käufer. Maßnahmen, die hier, am Ende der Wertschöpfungskette ansetzen, sind besonders effektiv. Denn diese Maßnahmen wirken entlang der gesamten Wertschöpfungskette bis hin zur Rohstoffgewinnung. Das mag paradox klingen. Denn zunächst erscheint es einleuchtender, an der Quelle, beim Eintritt von Rohstoffen in den Wirtschaftsprozess anzusetzen – beispielsweise durch eine Materialinputsteuer, oder durch die Limitierung bestimmter knapper Ressourcen. In der Realität kann sich die Wirkung solcher Instrumente jedoch beim Durchlauf durch das Wirtschaftssystem abschwächen. Die Preiselastizität der Produzenten kann dazu führen, dass das Preissignal nicht beim Verbraucher ankommt. Höhere Kosten werden durch Effizienzsteigerungen in der Produktion ausgeglichen. Durch den *Rebound*-Effekt der wirtschaftlich effizienteren Lösungen werden zusätzliche Mittel für neuen Ressourcenverbrauch freigesetzt.

3. Eine Systembetrachtung bringt mehr als die isolierte Adressierung einzelner Wertschöpfungsstufen

Systembetrachtung bedeutet, dass man nicht nur einzelne Komponenten oder Prozesse optimiert oder verbessert, sondern das gesamte System so verändert, dass am Ende eine reduzierte Ressourceninanspruchnahme resultiert. Das ist auch eine der wesentlichen Maßnahmen, um dem **Rebound-Effekt** vorzubeugen. Denn ohne die Systembetrachtung besteht die Gefahr, dass die Effizienzgewinne einzelner Bestandteile (z. B. spritverbrauchende Motoren) durch verändertes Nutzungsverhalten oder zusätzliche Bauteile wieder ausgeglichen werden und der Gesamtverbrauch am Ende gleich bleibt oder sogar anwächst.

Systembetrachtungen helfen auch, wenn es z. B. um Mobilität in Städten geht: Große Potenziale liegen im Bereich der integrierten Stadtplanung und des Städtebaus. Verkehr kann vermieden werden, indem kurze Wege zur Befriedigung grundlegender Bedürfnisse (Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, Freizeit, etc.) geschaffen werden. Auch bei der Reduktion des Energieverbrauchs des Gebäudebestands lohnt sich die Systembetrachtung: Die größten Einsparpotenziale im Bereich Bauen und Wohnen lassen sich erzielen, wenn ganze Stadtteile und Städte betrachtet werden. So könnten die CO₂-Emissionen einer Stadt wie München bis 2050 um 90 % gesenkt werden. Eine Möglichkeit wäre, zusätzlich zur Sanierung auch den Bestandsersatz (Abriss und Neubau auf der gleichen Fläche) zu fördern. Dabei muss jedoch ein Lebenszyklusvergleich erfolgen, denn der Neubau ist meistens ressourcenintensiver als die Sanierung. Erst die Systembetrachtung ermöglicht die Entscheidungsfindung.

In analoger Weise können Lebenszyklusdaten dabei helfen, Gesamtkosten über die Nutzungsdauer (*Total Cost of Ownership*, TCO) beliebiger Investitionen zu berechnen. Ein Prinzip, das die Europäische

Besonders effektiv:
Maßnahmen am Ende der
Wertschöpfungskette

Systembetrachtungen
gegen den *Rebound*-
Effekt

Bis 2050 könnten die
CO₂-Emissionen in
München um 90%
gesenkt werden

Lebenszyklusdaten
erleichtern die
Kalkulation der *Total
Cost of Ownership*

Kommission europaweit für die öffentliche Beschaffung empfiehlt (*Green Procurement*).

4. Freiwillige Instrumente müssen rechtsverbindlich sein

Maßnahmen auf freiwilliger Basis – einseitige Selbstverpflichtungen, verbindliche Vereinbarungen und freiwillige Programme – haben eine **umstrittene Reputation** als Lenkungsinstrument. Gelobt werden sie wegen der höheren Akzeptanz und geringerer Kostenbelastung für die teilnehmenden Marktakteure. Bemängelt werden die Ambitioniertheit der Zielsetzungen und die Glaubwürdigkeit von Ergebnissen. Investitionen und Anpassungshandlungen, die über das *Business-As-Usual*-Szenario hinausgehen, können im Regelfall nicht erwartet werden. Eine 100 %ige Erfüllung kann aufgrund der freiwilligen Teilnahme in der Praxis nicht erreicht werden.

Freiwillige Maßnahmen:
hohe Akzeptanz, aber
wenig ambitioniert

Wenn die Ziele der Selbstverpflichtung über das *Business-As-Usual* hinausgehen, erhöht sich überdies der **Anreiz zum Freifahrerverhalten** und damit auch die Gefahr des Scheiterns der Selbstverpflichtung. Eine besonders ambitionierte Selbstverpflichtung ist daher weder wahrscheinlich noch wird sie sich ohne weiteres als stabil erweisen. Selbstverpflichtungen scheitern in der Regel auch da, wo die für die Einhaltung notwendigen Maßnahmen nicht ausschließlich im Verantwortungsbereich der verpflichteten Unternehmen liegen. Damit wird es schwierig, das Verbraucherverhalten einzubeziehen.

Ambitionierte
Selbstverpflichtungen
sind selten stabil

Freiwillige Maßnahmen können jedoch dazu beitragen, dass vorhandene technische Potenziale rentabler Investitionen tatsächlich ausgeschöpft werden und Standards auch international verbreitet werden. Dies gilt insbesondere für freiwillige Programme wie z. B. **EMAS oder ISO 14.000**. Angesichts global vernetzter Wertschöpfungsketten und der zunehmenden Bedeutung ressourcenintensiver Industriezweige im Ausland ist dieser Faktor nicht zu unterschätzen, insbesondere wenn in diesen Ländern regulative oder ökonomische Instrumente für mehr Ressourceneffizienz noch keine große Rolle spielen.

Beitrag freiwilliger
Instrumente zur
internationalen
Verbreitung von
Standards

Damit Selbstverpflichtungen wirksam und glaubwürdig sind, sollten sie unter Einbeziehung weiterer Stakeholder ausgehandelt und ihre Einhaltung durch **unabhängige Dritte** überprüft werden.

Stakeholder
einbeziehen

In der Praxis zeigt sich, dass Selbstverpflichtungen (z. B. Qualitätsstandards) dann eine Wirkung zeigen, wenn dadurch rechtsverbindliche bzw. einklagbare Standards gesetzt werden. Ein Hersteller, der das Risiko einer **Haftung** eingeht, wenn sein Produkt z. B. bestimmte Standards nicht erfüllt, hat eine höhere Motivation seine Selbstverpflichtung einzuhalten.

Selbstverpflichtungen
rechtsverbindlich
gestalten

5. Instrumente für Ressourceneffizienz müssen offen für Innovationen sein

Innovationen sind der Schlüssel für mehr Ressourceneffizienz und Wettbewerbsfähigkeit. Innovationen sollten spezifisch gefördert werden (z. B. durch Forschungsförderung, Markteinführungsprogramme). Darüber hinaus ist ein wesentliches Prüfkriterium bei der Bewertung der weiteren Instrumente die Frage, ob sie Innovationen zulassen oder eher behindern.

Dynamische Standards ermöglichen Innovationen

Die Analyse der Instrumente hat gezeigt, dass **dynamische Standards** geeignet sind, um Innovationen zu berücksichtigen. Ein Beispiel ist der **Top-Runner-Ansatz** – also die Festlegung von Mindeststandards für Produktgruppen, die dann im Laufe der Zeit verschärft werden. Damit wird erreicht, dass der beste Ansatz von heute der Normalzustand von morgen wird.

Überprüfbare Performancewerte statt Technologievorschriften

Auch Gesetze können durchaus so gestaltet werden, dass Spielräume für Innovationen erhalten oder sogar forciert werden. Dafür müssen **Gesetze und Vorschriften technologieoffen** gestaltet werden. Anstatt die Technologie zur Zielerreichung vorzuschreiben, sollten Gesetze nur die Performance-Werte festlegen und die Technologiewahl zur Erreichung dieser Ziele den Anwendern frei stellen. Das bedeutet dann aber auch, dass die Einhaltung dieser Performance-Werte überprüfbar sein muss.

Automatische Anpassung des Stands der Technik durch VDI-Richtlinien

Ähnlich wie beim Top-Runner-Ansatz können Gesetze eine Verschärfung der Performance automatisch einbauen, indem sie in der konkreten Ausgestaltung auf den Stand der Technik gemäß bestimmter Richtlinien verweisen (dynamischer Verweis). **VDI-Richtlinien** müssen spätestens alle 5 Jahre überprüft und bei Bedarf überarbeitet werden. Wenn sich die technischen Möglichkeiten verbessern, werden diese automatisch Stand der Technik und damit Bestandteil der gesetzlichen Regelung.

Beschaffung: Vergleich der Lebenszykluskosten ermöglicht den Einsatz innovativer Lösungen

Ein wichtiger Bereich staatlicher Einflussnahme ist die **öffentliche Beschaffung**. Entscheidend für die Ausrichtung an Ressourceneffizienzkriterien ist, dass anstelle der Anschaffungskosten die Lebenszykluskosten von Produkten und Dienstleistungen verglichen werden. So können auch innovative Geschäftsmodelle wie z. B. *Leasing* oder *Contracting* zum Einsatz kommen. Im Rahmen der Hightech-Strategie der Bundesregierung haben sich mehrere Ressorts der Bundesregierung mit hohem Beschaffungsvolumen in einer gemeinsamen Erklärung dafür ausgesprochen, bei Ausschreibung und Einkauf in der Verwaltung auf neue und ressourcenschonende Produkte und Technologien zu setzen.

6. Globale Wertschöpfungsketten erfordern grenzüberschreitend wirksame Instrumente

Die Analyse der vier Bedürfnisfelder hat auch gezeigt, dass die Stoffströme und Wertschöpfungsketten **global und grenzüberschreitend** sind. Ein Beispiel sind die Informations- und Kommunikationstechnologien: Erst bei einer Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette von der Gewinnung der Rohstoffe über die Herstellung der Geräte bis zur Entsorgung bzw. Recycling zeigt sich die internationale Verflechtung der Branche. Sowohl die Förderung als auch das Recycling dieser Rohstoffe findet in Entwicklungs- und Schwellenländern unter ineffizienten und für Menschen und Umwelt problematischen Bedingungen statt. Vor allem Instrumente zum Recycling und Export von Elektrogeräten könnten hier einen positiven Beitrag leisten. Rückgabeautomaten für Elektrogeräte in den USA zeigen, dass es nicht nur um bessere Gesetze, sondern auch um nutzerfreundliche Infrastrukturen geht.

Rohstoffförderung und Entsorgung unter problematischen Bedingungen in Entwicklungsländern

Nutzerfreundliche Rückgabe von Elektroschrott

Da Deutschlands Wirtschaft global stark verflochten ist, ist eine **nationale Herangehensweise in der Wirksamkeit sehr begrenzt**. Die Bewertung von Instrumenten muss sich deshalb auch daran orientieren, ob diese nur national zum Tragen kommen oder ob sie international wirksam sind.

Nationale **Steuern und Abgaben** müssen bei grenzübergreifendem Handel über eine Grenzsteuer (engl.: *Border Tax*) ausgeglichen werden. Mengengesteuerte **Zertifikatmodelle** lassen sich zwar eher als Steuern internationalisieren (z. B. CO₂-Handel). Für Rohstoffe existieren allerdings bereits *reale* Handelssysteme. Gängige Instrumente zur Mengenbeschränkung spezifischer Rohstoffe sind Förder- oder Exportquoten.

Nationale Steuern und Abgaben durch Grenzsteuern ausgleichen

Normen und Richtlinien wirken sich dann international aus, wenn sie z. B. Gegenstand der Spezifikationen für Produkte und Anlagen sind, die im Ausland gebaut werden. Richtlinien und Normen können damit fehlende Regulation im Ausland durch das Setzen von industriegetriebenen Standards *ersetzen*.

Normen und Richtlinien als Grundlage von Spezifikationen für Produkte und Anlagen

Strenge **Gesetze** können dazu führen, dass Standards international zur Norm werden, wenn der eigene Markt groß genug ist. So hat die Europäische Kommission mit dem EU-weiten Verbot für Schadstoffe in Elektronikgeräten einen weltweiten Erfolg gelandet. Für zahlreiche auch nicht in der EU-ansässige Hersteller und Zulieferer entstand ein eindeutiger Anreiz, auf die verbotenen Stoffe zu verzichten, auch weil sich die Einrichtung einer zweiten Produktionslinie wirtschaftlich nicht lohnt: Damit hat sich der strengere EU-Standard weltweit durchgesetzt. Das Beispiel zeigt deutlich die Bedeutung der strategischen **Leitmarktentwicklung**.

Standards in Leitmärkten haben internationale Wirkung

INSTRUMENTE IN VIER BEDÜRFNISFELDERN

Mobilität

Ressourceneffiziente Mobilität bedeutet, den Bedürfnissen einer mobilen Gesellschaft mit weniger Ressourcen (Rohstoffe, Energie, etc.) und weniger Emissionen (CO₂, Rußpartikel, Schwefel, etc.) gerecht zu werden. Die Ziele einer ressourcenschonenden Verkehrspolitik lauten: **Vermeiden, Verlagern, Verbessern**. Soweit möglich sollten Fahrten und Transporte vermieden werden. Ist das nicht möglich, sollte der Verkehr auf möglichst ressourceneffiziente, umweltschonende Verkehrsmittel verlagert werden. Wenn auch das nicht möglich ist, sollten die entsprechenden Verkehrsträger und -systeme verbessert werden, damit wir möglichst ressourcenschonend und effizient unterwegs sind.

Im **Transport- und Logistiksektor** wird trotz oder vielleicht gerade wegen erheblicher Effizienzverbesserungen in den kommenden Jahren mit deutlichen Verkehrszuwächsen gerechnet (*Rebound*-Effekt). Die enormen Steigerungsraten im Online-Handel sorgen für zusätzliche Transporte. Das geltende Widerrufsrecht in Deutschland entbindet Verbraucher von den Versandkosten und unterstützt so unnötige *Spazierfahrten* von Produkten. Aber auch in anderen Bereichen (z. B. Zeitschriften) wird Ware produziert und transportiert, die letztlich nicht verkauft wird oder den Empfänger nur über erhebliche Umwege erreicht.

Die Verlagerung von Verkehr gilt oft als schwierig, da vor allem Gewohnheiten und Verhaltensmuster von Verkehrsteilnehmern adressiert werden müssen. Das australische *TravelSmart* Programm zeigt aber, dass auch Informationskampagnen beachtliche Erfolge erzielen können, wenn sie langfristig angelegt sind und die Stakeholder miteinbeziehen.

Effizientere Verkehrsmittel (z. B. Elektroautos) sind nötig, aber auch die Nutzer sollten nicht außer Acht gelassen werden. IKT-basierte Assistenzsysteme für effiziente Fahrweisen bieten erhebliche Einsparpotenziale von 15 % und mehr.

Der größte Hebel für ressourceneffiziente Mobilität liegt also beim **Verbraucher**. Instrumente sollten nicht nur beim persönlichen Mobilitätsverhalten ansetzen, sondern auch aufzeigen, wo das Verhalten (z. B. Einkauf) Verkehr erzeugt. Bei der Ausgestaltung gesetzlicher Regelungen sollte auf Folgen für die Ressourceneffizienz geachtet werden (z. B. zusätzliche Transporte).

Ernährung

Ressourceneffizienz im Bedürfnisfeld Ernährung bedeutet, mit minimalem Ressourcenverbrauch (Wasser, Energie, Boden) möglichst viele Menschen zu ernähren. Die größten Hebel liegen dabei am Anfang und am Ende der Wertschöpfungskette: in der Landwirtschaft und beim

Vermeiden, Verlagern und Verbessern sind die Ziele einer ressourcenschonenden Verkehrspolitik

Verbesserungen der Effizienz im Transport- und Logistiksektor sorgen in den kommenden Jahren für Verkehrszuwächse (*Rebound*-Effekt)

Informationskampagnen müssen Stakeholder miteinbeziehen

IKT-basierte Assistenzsysteme bieten erhebliche Einsparpotenziale

Der größte Hebel für ressourceneffiziente Mobilität liegt beim Verbraucher

Die größten Hebel liegen in der Landwirtschaft und beim Verbraucher

Verbraucher. Bis 2050 müsste die **Produktivität der landwirtschaftlichen Flächen in etwa verdoppelt** werden, um mit der Bevölkerungsentwicklung und den veränderten Ernährungsgewohnheiten Schritt zu halten. Langfristiges Ziel muss die **Wende von einer ressourcenintensiven zu einer wissensintensiven Nahrungsmittelproduktion** in gekoppelten, integrierten Systemen sein. Dies kann erreicht werden, indem an allen Stellen der Wertschöpfungskette in mehr Wissen investiert wird: Forschung und Entwicklung in der globalen Landwirtschaft, Informationstools für Unternehmen zur Ressourcenintensität der eigenen Wertschöpfungskette und bessere Information der Verbraucher.

Forschung als Grundlage einer wissensintensiven Landwirtschaft

Der zweite wichtige Hebel setzt beim Verbrauch der Lebensmittel an. Kleine **Variationen der Ernährungsgewohnheiten** haben große Effekte auf den Ressourcenverbrauch. Kurzfristige Informationskampagnen bewirken hier jedoch wenig; sinnvoller ist der Einbau von Ernährungsthemen in die Bildung. Gerade in der Gemeinschaftsverpflegung (Schulverpflegung, Kantinen) bestehen hier große Potenziale. Da derzeit **zwischen 30 und 40 % der global erzeugten Lebensmittel weggeworfen** werden, besteht hier ebenfalls ein wichtiger Hebel für mehr Ressourceneffizienz. Während in Entwicklungsländern noch große technische Potenziale im Bereich Transport und Lagerung bestehen, stehen in Industrieländern die Endverbraucher bzw. die Schnittstelle zwischen Handel und Verbraucher im Mittelpunkt der Betrachtung.

Maßnahmen an der Schnittstelle Handel – Verbraucher reduzieren Abfälle im Lebensmittelbereich

Positive Einflüsse auf die Ressourceneffizienz sind in **Landwirtschaft und Fischerei** durch den Abbau von Subventionen zu erwarten, da viele dieser Subventionen bisher direkt auf den Einsatz von Betriebsmitteln wie Wasser, Traktordiesel etc. zielen. Mit der Koppelung von Subventionen an die Leistungen der Landwirtschaft für die Allgemeinheit wie z. B. Klimaregulation (z. B. die ökologische Grundprämie), kann ein zusätzlicher Anreiz für ressourcenschonende Betriebsweisen erreicht werden.

Abbau von Subventionen in Landwirtschaft und Fischerei

Informations- und Kommunikationstechnologien

Ressourceneffizienz im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) bedeutet zum einen die Energie-, Material- und Nutzungseffizienz von IKT-Systemen zu erhöhen und so deren Ressourcenverbrauch (Energie, Seltene Metalle, etc.) zu verringern. Zum anderen bedeutet es IKT einzusetzen, um die Ressourceneffizienz in anderen Sektoren zu verbessern. Zusammengefasst werden diese Anstrengungen unter dem Begriff **Green IT**.

Green IT bedeutet IKT ressourceneffizienter zu nutzen und für Ressourceneffizienz in anderen Bereichen einzusetzen

Virtuelle Server und
Cloud Computing sparen
Energie und Hardware

In einer innovationsgetriebenen Branche wie der IKT wird die Ressourceneffizienz primär mit technologischen Innovationen vorangetrieben. Lösungen wie virtuelle Server und *Cloud Computing* werden dabei meist unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz betrachtet, obwohl gerade dort auch Ressourcengesichtspunkte wie die Einsparung von Hardware eine wichtige Rolle spielen.

Recycling von
Elektrogeräten muss
verbessert werden

Sowohl die Förderung als auch das Recycling von Rohstoffen für die IKT Industrie findet meist in Entwicklungs- und Schwellenländern unter ineffizienten und für Menschen und Umwelt problematischen Bedingungen statt. Vor allem Instrumente zum Recycling und Export von Elektrogeräten könnten hier einen positiven Beitrag leisten.

IKT kann im Jahr 2020
in anderen Branchen
fünfmal mehr CO₂-
Emissionen einsparen,
als sie selbst
produziert

Aber nicht nur in der Wertschöpfungskette von IKT-Systemen sind Potenziale für mehr Ressourceneffizienz zu finden. Die Anwendung von IKT zur Steigerung der Ressourceneffizienz in anderen Branchen bietet ein noch größeres Potenzial. Einer Studie der Global eSustainability Initiative (GeSI) zufolge **kann die IKT im Jahr 2020 in anderen Branchen fünfmal mehr CO₂-Emissionen einsparen, als sie selbst produziert.**

Potenziale der IKT zur Steigerung der Ressourceneffizienz liegen unter anderem in folgenden Funktionen:

- Daten aufbereiten und bereitstellen (z. B. Lebenszyklusdaten, TMR)
- Simulation (z. B. Produktionsprozesse, Fertigungseinheiten)
- Vernetzung von Systemen, Organisationen und Personen bis hin zur Selbstorganisation
- *Monitoring* von Systemen (z. B. Energie- und Materialverbrauch)

Der größte Hebel
für mehr
Ressourceneffizienz
im IKT Bereich liegt
beim Verbraucher

Der größte Hebel für mehr Ressourceneffizienz im Bereich IKT liegt beim Verbraucher. Vielversprechende Einsatzgebiete sind **Informationsinstrumente** wie die ortsbezogene Darstellung von Investitionspotenzialen (z. B. Photovoltaik) sowie das **Monitoring und die nutzerfreundliche Darstellung des Ressourcenverbrauchs** von Fahrzeugen, Gebäuden, Elektrogeräten, etc. Durch **kombinierte Informations- und Feedbackmaßnahmen** können eingefahrene Verhaltensroutinen wirksam verändert werden. In Zukunft könnten also neben der Verbrauchskennzeichnung von Geräten auch Schnittstellen für das *Monitoring* des Verbrauchs während der Nutzung für mehr Ressourceneffizienz sorgen.

Bauen und Wohnen

Der Gebäudebestand
ist das größte
Materiallager für
Rohstoffe

Der Bereich Bauen und Wohnen zählt zu den ressourcenintensivsten Bedürfnisfeldern in Deutschland. **40 % der Endenergie** wird in diesem Sektor verbraucht, **zwei Drittel des Materialinputs** geht auf Kosten der Bauwirtschaft. Einer der wesentlichen Hebel für die Verbesserung der

Ressourceneffizienz im Bereich Bauen und Wohnen liegt in einem **besseren Management des Gebäudebestands**. Auch für das Schließen von Stoffkreisläufen besteht im Gebäudebestand ein großes Potenzial – mit 10 Mrd. Tonnen sind Bauwerke das größte Materiallager für mineralische Rohstoffe, Stahl und andere Materialien.

Doch obwohl der größte Hebel für mehr Ressourceneffizienz bei den bestehenden Gebäuden liegt, adressieren viele der aktuellen Instrumente in erster Linie den Neubau. Dies betrifft so unterschiedliche Instrumente wie die Energieeinsparverordnung (EnEV), die EU-Richtlinie über die Gesamteffizienz von Gebäuden oder die Zertifikate der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V.

AUSBLICK

Die Analyse hat gezeigt, dass in den vorgestellten Bedürfnisfeldern noch viele Potenziale für Ressourceneffizienz stecken, die durch geeignete Instrumente adressiert werden können. Es hat sich allerdings auch gezeigt, dass es Fälle gibt, in denen der reine Fokus auf Ressourceneffizienz zu kurz greift. Ressourceneffizienz ist eines von mehreren teilweise konkurrierenden Zielen einer Gesellschaft. So kann zum einen ein Instrument für die Ressourceneffizienz konzipiert sein, aber in der Umsetzung einem anderen Ziel entgegenstehen. Beispiele aus der Studie sind das *Monitoring* von Nutzerdaten, das Datenschutzinteressen entgegenstehen kann und Maßnahmen zur Wärmedämmung, die zum Teil nicht aus wirtschaftlichen sondern aus bauästhetischen Gründen auf Ablehnung stoßen. Zum anderen können Instrumente, die primär andere gesellschaftliche Ziele im Fokus haben, Auswirkungen auf die Ressourceneffizienz haben. Beispiele sind das Widerrufsrecht im Onlinehandel, das dem Verbraucherschutz dienen soll, aber auch mehr Transportverkehr erzeugt oder die Gesundheitsvorschriften für Lebensmittel, die auch dazu führen, dass noch genießbare Ware weggeworfen wird.

Ressourceneffizienz konkurriert mit anderen gesellschaftlichen Zielen

Monitoring von Nutzerdaten versus Datenschutz

Widerrufsrecht im Online-Handel versus Transportverkehr

Es geht also um zwei Fragen: Welche Veränderungen verlangt die Ressourceneffizienz von der Gesellschaft? Welchen Einfluss haben gesellschaftliche Veränderungen auf die Ressourceneffizienz?

In einem nächsten Schritt sollten daher Gewinner und Verlierer von Maßnahmen zur Ressourceneffizienz identifiziert werden. Welche Auswirkungen haben die Einsparungen bei Unternehmen? Wo gehen Arbeitsplätze verloren, wo werden neue geschaffen?

Darüber hinaus sollten die Auswirkungen gesellschaftlicher Veränderungen auf die Ressourceneffizienz untersucht werden. Welche Folgen hat der zunehmende Online-Handel? Wie wirkt sich eine stärkere Nachfrage nach Biolebensmitteln auf die Ressourceneffizienz aus?

Betroffene Akteure entscheiden über Erfolg der Ressourceneffizienz

Denn letztendlich gilt auch für die Ressourceneffizienz: Über Erfolg oder Misserfolg entscheiden die betroffenen Akteure.

EINLEITUNG

Eigentlich sollte man meinen, dass Ressourceneffizienz ein Selbstläufer ist. Denn zum einen bietet sie ein gigantisches Marktpotenzial: So wird der globale Umsatz der Umweltindustrien bis 2020 auf 3.200 Mrd. Euro geschätzt [BMU 2009]. Zum anderen bietet sie für jedes Unternehmen, jede Kommune und jeden Privathaushalt Möglichkeiten, Geld und Ressourcen zu sparen. Allein bei Unternehmen wird das Einsparpotenzial auf 27 bis 60 Mrd. Euro pro Jahr geschätzt [Baron et al. 2008].

Dennoch wird es für Deutschland schwierig, das selbst gesteckte Ziel der Verdoppelung der Rohstoffproduktivität bis 2020 zu erreichen. Die Ursachen dafür sind vielfältig. Ein gutes Beispiel ist der Gebäudesektor: Seit Jahren wird hier mit Förderprogrammen und zinsgünstigen Darlehen die energetische Sanierung von Gebäuden gefördert. Dennoch wird jedes Jahr nur 1 % der Gebäude saniert. Bei näherem Hinsehen werden viele Gründe sichtbar, die die geringe Motivation erklären: Das Mieter-Investor-Dilemma, das Alter der Hausbesitzer, die sich ausrechnen können, dass sie selbst den Break-even nicht mehr erleben werden.

Doch was muss passieren, damit die Erschließung dieser immensen Potenziale für mehr Ressourceneffizienz an Dynamik gewinnt? Sollte man durch eine Materialinputsteuer die Ressourcen einfach bei ihrem Eintritt in das Wirtschaftsgeschehen besteuern? Müssen strengere Gesetze her, die z. B. vorschreiben, wie viel Energie ein Haus verbrauchen darf? Oder liegt die Macht in Wahrheit beim Verbraucher, der – informiert durch entsprechende Kennzeichen – seine Konsumententscheidungen besser anhand von Ressourceneffizienzkriterien fällen kann? Welchen Stellenwert haben freiwillige Initiativen der Industrie wie Normen und Richtlinien?

Markt, Regulation, Information und Selbstorganisation – diese vier Elemente bilden den *Policy Mix*, der in unterschiedlicher Form der Ressourceneffizienz zum Durchbruch verhelfen kann. Dabei lohnt sich der Blick ins Detail. Denn je nachdem wie diese Instrumente eingesetzt werden, sind sie sehr effizient und effektiv – oder bewirken genau das Gegenteil.

Die vorliegende Studie analysiert die Potenziale und Wirkung verschiedener Instrumente für mehr Ressourceneffizienz. In vier Bedürfnisfeldern (Mobilität, Ernährung, Information und Kommunikation, Bauen und Wohnen) wird untersucht, was der Einsatz dieser Instrumente in diesen Bereichen bewirkt.

Eines wird aus dieser Analyse deutlich: Auch bei den Instrumenten für mehr Ressourceneffizienz sind die Potenziale noch längst nicht ausgeschöpft.

1 POTENZIALE FÜR RESSOURCENEFFIZIENZ

Die Notwendigkeit für einen effizienteren Umgang mit Ressourcen besteht aus zwei Gründen:

Rohstoffknappheit
und schwankende
Rohstoffpreise als
Engpass

Engpässe bei den Quellen: Angesichts des aktuellen und künftigen Verbrauchs von Ressourcen ist zu erwarten, dass viele dieser Ressourcen in Zukunft schlechter verfügbar sein werden. Darüber hinaus gehen viele Prognosen und Expertenschätzungen davon aus, dass Ressourcen künftig stärkeren Preisschwankungen als bisher unterworfen sein werden. Das Argument der Rohstoffknappheit ist in Fachkreisen umstritten. Befürworter des Knappheitsarguments gehen davon aus, dass gerade bei kritischen Rohstoffen (z. B. Platingruppenmetalle) durchaus Grenzen der Verfügbarkeit bestehen. Gegner des Knappheitsarguments vertrauen auf die Selbstregulation des Markts. Sie gehen davon aus, dass bei hoher Nachfrage die Preise steigen, was die Erschließung neuer Rohstoffquellen auslöst, wodurch wiederum der Rohstoffengpass aufgelöst wird und die Preise sinken. Ressourceneffizienz könnte hier helfen, um die Verfügbarkeit knapper Rohstoffe zu strecken.

Grenzen der
Belastbarkeit von
Senken

Engpässe bei den Senken: In vielen Bereichen stellt nicht die Verfügbarkeit von Rohstoffen, sondern die Belastbarkeit der Senken (Atmosphäre, Gewässer, Böden, Wälder) mit Emissionen, Abfällen und Abwässern die Grenze für menschliches Handeln dar. Rockström et al. (2009) haben deshalb für verschiedene anthropogen beeinflusste Erdsystemprozesse Grenzwerte vorgeschlagen (Tabelle 1):

Dies hat zum Teil erhebliche Konsequenzen auf die Art und Weise, wie Ressourcen in Zukunft eingesetzt werden. So muss bis 2050 die CO₂-Effizienz alle 10 Jahre verdoppelt werden, um die Klimaerwärmung in einem für die Erde vertretbaren Maß zu halten. Bis 2050 werden global 70 % bis 100 % mehr Nahrungsmittel als heute benötigt [Godfray et al. 2010]. Um die Menschheit ernähren zu können, muss die Produktivität der landwirtschaftlichen Flächen dafür verdoppelt werden.

Europa 2020 –
Leitinitiative
Ressourcen

Der effiziente Umgang mit Ressourcen ist ein erklärtes Ziel der deutschen und der europäischen Nachhaltigkeitspolitik. Bis 2020 soll in Deutschland die Rohstoffproduktivität verdoppelt werden. Langfristig soll sogar eine Vervielfachung der Rohstoffproduktivität angestrebt werden. Die EU hat in ihrer neuen Strategie Europa 2020 die Initiative *Ressourcenschonendes Europa* als eine von sieben Leitinitiativen für die nächsten 10 Jahre vorgestellt. Ziel ist die Unterstützung des Übergangs zu einer emissionsarmen Wirtschaft, die ihre Ressourcen wirkungsvoll einsetzt. Es geht darum, das Wirtschaftswachstum von den Ressourcen und vom Energieverbrauch abzukoppeln, die CO₂-Emissionen zu reduzieren, die Wettbewerbsfähigkeit zu fördern und eine größere Energieversorgungssicherheit zu unterstützen. Quantitative Ziele werden hier allerdings nicht formuliert.

Erdsystem Prozess	Parameter	Vorschlag Grenzwert	Aktueller Status	Vor-industrieller Wert
Klimawandel	1. Konzentration des atmosphärischen CO ₂ (Teile pro Mio. vom Volumen/ppm)	350	387	280
	2. Veränderungen im Strahlungsantrieb ¹	1	1,5	0
Biodiversitätsverlust	Aussterberate (Anzahl der Arten pro Mio. Arten im Jahr)	10	> 100	0,1-1
Stickstoffkreislauf	N ₂ -Verlust in der Atmosphäre durch den Menschen (Mio. Tonnen pro Jahr)	35	121	0
Phosphorkreislauf	Menge von P, das in die Meere fließt (Mio. Tonnen pro Jahr)	11	8,5-9,5	-1
Stratosphärischer Abbau der Ozonschicht	Ozonkonzentration (Dobson Einheit)	276	283	290
Versauerung der Meere	Globale Durchschnittssättigung von Aragonit auf der Meeresoberfläche	2,75	2,9	3,44
Globaler Verbrauch von Süßwasser	Konsum von Süßwasser durch den Menschen (km ³ pro Jahr)	4.000	2.600	415
Landnutzungswandel	Anteil von landwirtschaftlich genutzter Fläche an der globalen Bodenfläche	15	11,7	gering
Belastung der Atmosphäre durch Aerosole	Gesamte Partikelkonzentration in der Atmosphäre auf regionaler Basis	Noch zu ermitteln.		
Umweltverschmutzung	z. B. Menge von Emissionen, Schadstoffe, Kunststoffe, endokrin wirksame Stoffe, Schwermetalle und Nuklearabfälle	Noch zu ermitteln.		

Tabelle 1: Vorschlag für Grenzen der Belastbarkeit der vom Menschen beeinflussten Erdsystemprozesse. Für den Klimawandel, den Verlust von Biodiversität und die Stickstoffbelastung sind die Grenzen bereits überschritten. Quelle: Rockström et al. 2009.

In einer Rede am 23. März 2010 wies der europäische Umweltkommissar Janez Potočnik darauf hin, dass Ressourceneffizienz nicht gleichzusetzen ist mit Energieeffizienz. Sie umfasse vielmehr auch Metalle, Mineralien, Nahrungsmittel und natürliche Ressourcen wie Luft, Wasser und Land [Potočnik 2010].

¹ Der Strahlungsantrieb ist ein vom IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) eingeführtes Maß für die global gemittelten klimarelevanten Störungen des atmosphärischen Strahlungs- und Energiehaushaltes.

Ploetz, Reuscher und Zweck haben gezeigt, dass in vielen Bedürfnisfeldern noch erhebliche Potenziale für eine Steigerung der Ressourceneffizienz bestehen [Ploetz/Reuscher/Zweck 2009]. Eine wichtige Voraussetzung für die Erschließung dieser Potenziale ist die Systembetrachtung über die gesamte Wertschöpfungskette und den gesamten Lebenszyklus von Produkten hinweg. Die isolierte Optimierung von Teilsystemen hat deutlich weniger Wirkung.

Marktversagen als
Ursache für die
Übernutzung von
Ressourcen?

Doch häufig kommen in der Praxis die Potenziale für mehr Ressourceneffizienz nicht zum Tragen. Die Übernutzung natürlicher Ressourcen wird in der ökonomischen Theorie mit einem Marktversagen erklärt. Das betrifft sowohl erschöpfbare Rohstoffe als auch erneuerbare Ressourcen als auch die Nutzung der Umwelt als Senke für Emissionen. Marktversagen kann auch dazu führen, dass bestimmte Güter in einem aus der gesamtwirtschaftlichen Sicht nicht ausreichenden Umfang bereitgestellt werden. In der Regel sind es öffentliche bzw. Gemeinschaftsgüter – z. B. saubere Luft oder auch neues technologisches Wissen.

Die Problematik öffentlicher Güter und Gemeinschaftsgüter ist eng mit dem Begriff externer Effekte verbunden. Wenn die Kosten der Beeinträchtigung bzw. des übermäßigen Verbrauchs nicht von den Verursachern, sondern der Öffentlichkeit getragen werden, oder wenn positive Effekte des Konsumverzichts jedem zu Gute kommen – dann führt die freie Marktwirtschaft zu einer ineffizienten Allokation von Ressourcen. Das kann dazu führen, dass sich Investitionen in ressourcensparende bzw. umweltschonende Güter, Technologien oder auch Forschung und Entwicklung nicht lohnen, obwohl sie gesamtwirtschaftlich betrachtet rentabel wären. Kann ein solches Marktversagen identifiziert werden, ist ein politisches Eingreifen geboten.

Materialeffizienz:
Kostensenkung-
potenziale in
Milliardenhöhe

In der Praxis kommen allerdings auch Investitionen, die sich rechnen würden, nicht immer zustande. Durch eine verbesserte Materialeffizienz könnten deutsche Unternehmen Kostenersparnisse in Milliardenhöhe erzielen. Zusätzlich wären dadurch eine höhere Versorgungssicherheit, mehr Wettbewerbsfähigkeit und positive Auswirkungen auf die Beschäftigung möglich [ADL et al. 2004]. Diese Potenziale werden durch die Privatwirtschaft aus unterschiedlichen Gründen – sei es Kapital- oder Personalmangel, Informationsdefizite oder sektorale Anreizstrukturen [Faulstich et al. 2009] – nicht vollständig ausgeschöpft. Das gleiche gilt auch für den Konsum. Trotz vorteilhafter Eigenschaften finden nachhaltig erzeugte bzw. ressourcenschonende Güter keine bzw. nur geringe Nachfrage.



Abbildung 1: Ergebnisse einer Unternehmens-Umfrage 2010 zum Thema Ressourceneffizienz. Die Förderung von Innovationen wurde von den meisten als wichtige Maßnahme gesehen, um die Ressourceneffizienz in der eigenen Branche zu steigern. Quelle: eigene Darstellung.

In einer Umfrage mit 317 Unternehmen im September 2010 wurde deutlich, dass diese noch große Potenziale für mehr Ressourceneffizienz in ihrer Branche durch die Förderung von Innovationen sehen (siehe Abbildung 1). Freiwillige Maßnahmen oder die Verteuerung des Ressourceninputs hingegen schnitten deutlich schlechter ab. Eine mittlere Stellung nehmen Informationen für Unternehmen in Form von Forschung, *Best Practice* und Anwendungen ein.

Unternehmen sehen Förderung von Innovationen als zentralen Hebel

2 STRATEGIEN UND INSTRUMENTE FÜR RESSOURCENEFFIZIENZ

Es stellt sich also die Frage, welche Instrumente in der Lage sind, bestehende Probleme zu adressieren und die Ressourceneffizienz zu steigern. Die Bandbreite moderner Instrumente reicht von gesetzlichen Auflagen und ökonomischen Anreizen bis zu freiwilligen Programmen und Vereinbarungen mit der Privatwirtschaft sowie der Bereitstellung von Informationen.

Die vorliegende Studie stellt beispielhaft Instrumente vor. Die Bewertung einzelner Beispiele wurde in der Regel der Literatur entnommen. Eine umfassende Analyse einzelner Instrumente nach einem vorgegebenen Set von Kriterien wurde nicht vorgenommen. Es geht vielmehr darum anhand von Beispielen darzustellen, wie die Instrumente eingesetzt werden, was sie in der Praxis bewirken können und wo es Grenzen gibt.

Die effiziente Nutzung natürlicher Ressourcen ist eine komplexe Aufgabe, die eine systemische Betrachtungsweise erfordert: der gesamte Lebensweg eines Produktes, alle Input- und Output-Faktoren, alle relevanten Marktteilnehmer – die ganze Wertschöpfungskette ist zu berücksichtigen. Ein *Policy Mix* sollte daher zielgerichtete, starke und vor allem konsistente Anreize setzen. Wobei Konsistenz in der Regel voraussetzt, dass die Anzahl der Instrumente überschaubar bleibt. Da die Übernutzung natürlicher Ressourcen darüber hinaus ein globales Problem ist, sollte die Hebelwirkung von Instrumenten in grenzüberschreitenden Wertschöpfungsketten betrachtet werden.

2.1 Information als Basis für ressourceneffizientes Handeln

Informationsasymmetrien, Informationsdefizite und Wahrnehmungsprobleme sind häufige Gründe für ein Marktversagen, die durch finanzielle Anreize nicht adressiert werden können. Dies betrifft Verbraucher ebenso wie Unternehmen, die z. B. an sich wirtschaftliche Investitionen in ressourcenschonende Innovationen nicht tätigen. Die Frage, auf welche Weise diese Defizite aufgehoben werden können, ist dabei von zentraler Bedeutung.

Das Ziel von Informationen sollte immer sein, den handelnden Akteuren (Privatpersonen wie Unternehmen) zwei Informationsarten als Basis für Entscheidungen zu liefern:

1. Informationen über den Ressourcenverbrauch verschiedener Varianten (Produkte, Dienstleistungen, Investitionen, Strategien).
2. Informationen über die finanziellen Konsequenzen dieser Varianten.

Informationsdefizite
als Ursachen für
Marktversagen

Information kann auf ganz unterschiedliche Weise und mit unterschiedlicher Tiefe erfolgen. Im Folgenden werden vier grundlegende Ansätze diskutiert.

2.1.1 Labels und Kennzeichen gegen Informationsasymmetrien

Die niedrigschwelligste und einfachste Maßnahme der Informationsvermittlung ist der Einsatz von Kennzeichen und Labels, die dem Verbraucher oder dem Unternehmen innerhalb kürzester Zeit die Vergleichbarkeit von alternativen Angeboten ermöglichen. Insbesondere im Bereich des Konsums sind solche Kennzeichen üblich. In der ISO-Norm 14.020 werden drei verschiedene Typen an umweltbezogenen Produktkennzeichen unterschieden: Typ I: Zertifizierte Ökolabel; Typ II: Selbstdeklarationen und Typ III: Produktdeklarationen (*Environmental Product Declaration*, EPD).

Bisher gibt es jedoch kaum Labels und Kennzeichen, die das Thema Ressourceneffizienz explizit adressieren: Eine Volltextsuche im Internetportal www.label-online.de nach dem Stichwort *Ressourcen* (01.02.2011) lieferte eine Auswahl von ca. 30 Zeichen, z. B. Marine Stewardship Council, Forest Stewardship Council oder der Blaue Engel. Die meisten Label und Kennzeichen beschränken sich auf die CO₂-Emissionen oder den Energieverbrauch. Die Integration anderer Kenngrößen steht erst am Anfang. Das einzige bekannte Label, das bisher explizit die Ressourceneffizienz adressiert, ist der in Deutschland bekannte Blaue Engel. Neben den Kategorien *schützt die Gesundheit*, *schützt das Klima*, *schützt das Wasser* gibt es hier seit März 2009 auch die Kategorie *schützt die Ressourcen*. Berücksichtigt werden unter anderem die Schadstofffreiheit, Reparaturfähigkeit, Wiederverwertbarkeit und der Anteil von Sekundärrohstoffen.

Bisher adressieren
nur wenige Labels
Ressourceneffizienz

Auf nationaler Ebene wird derzeit in Österreich an einer entsprechenden umfassenden Kennzeichnung gearbeitet. Die Initiative wurde 2007 von der Unternehmensplattform Efficient Consumer Response (ECR) ins Leben gerufen. ECR-Austria gehören über 100 große Unternehmen an, darunter Handelsketten wie REWE, SPAR, Baumax und dm aber auch Hersteller wie Henkel, Unilever oder IGLO sowie Logistikunternehmen wie Logwin oder Chep. Erfasst werden die Kategorien CO₂-Verbrauch, Wasserverbrauch, Landnutzung, biotische und abiotische Rohstoffe. Interessant ist, dass diese Kategorien nicht aggregiert, sondern getrennt dargestellt werden. Ein Gesamtindikator *Ressourcenverbrauch* wurde hier nicht angestrebt.



Abbildung 2: Die Nachhaltigkeitsindikatoren der österreichischen Unternehmensinitiative ECR gehen über das Thema CO₂-Emissionen/Energieverbrauch hinaus und umfassen auch die Ressourcennutzung. Quelle: SERI 2010.

Können Kennzeichen Innovationsanreize für Ressourceneffizienz schaffen?

Bei allen Kennzeichen stellt sich die Frage, wie Innovationen und technologische Verbesserungen dort angemessen berücksichtigt und sogar gefördert werden können. Besonders deutlich wird dies am Beispiel der Diskussion um die Energieeffizienzklassen für Haushaltsgeräte. Gestaffelte Effizienzklassen für Haushaltselektrogeräte sollen nicht nur Informationsdefizite der Verbraucher mindern, sondern auch eine Motivation für weitere Fortschritte bei den Herstellern liefern. Das haben sie auch bewirkt.

Durch die EU-Rahmenrichtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die „Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch energieverbrauchsrelevante Produkte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen“ wurde die bisherige Skala der Effizienzklassen um die Kategorien A+, A++ und A+++ erweitert, um der Steigerung der Energieeffizienz der Geräte Rechnung zu tragen. Kritiker wenden jedoch ein, dass dadurch das klare Signal des bisherigen Labels verwässert wird, da die Unterschiede zwischen den oberen Effizienzklassen durch Verbraucher weniger deutlich wahrgenommen werden. Letztendlich achtet der Käufer wieder zunehmend auf den Preis, da sonstige Differenzierungsmerkmale in den Hintergrund treten [HSG 2010].

Energieeffizienz-
klassen für
Haushaltsgeräte



Abbildung 3: Beispiele für die Integration von Innovationen in Kennzeichen und Labels. Links die Energieeffizienzklassen für Haushaltsgeräte gemäß EU-Richtlinie 2010/30/EU; rechts die Siegel der *Cradle-to-Cradle*-Zertifizierung. Quelle: beckerdoering 2010, MBDC 2011.

Eine analoge Lösung für Ressourcen ist wegen der mangelnden Vergleichbarkeit der verschiedenen Ressourcenkategorien nur schwer darstellbar. Eine Alternative bietet die Kennzeichnung, wie sie z. B. beim *Cradle-to-Cradle*-Zertifikat verfolgt wird (Abbildung 3). Das Zertifizierungssystem sieht vier Label-Klassen vor – von Basic bis Platinum. „Das Zertifikat beurkundet die Verwendung von umweltsicheren, gesunden und wiederverwertbaren Materialien (technische Wiederverwertung oder Kompostierung), den Einsatz von

Sonnenenergie bzw. anderen regenerativen Energieformen, den verantwortungsvollen Umgang mit Wasser sowie die Strategien zu sozialen Verpflichtungen des Unternehmens“ [WKO 2008]. Auch hier müsste jedoch langfristig ein Mechanismus zur flexiblen Anpassung der Schwellenwerte für die Label-Klassen eingebaut werden, da Innovationen sonst dazu führen können, dass am Ende alle Produkte in der höchsten Kategorie sind und keine Differenzierung erfolgt. Starre Zeichen verfehlen somit ihren Zweck, da sie den technologischen Fortschritt nicht ausreichend honorieren. Dynamische bzw. nach oben offene Kennzeichnungssysteme wären für die Verbraucher verständlicher.

A+++ für Ressourcen?

Dynamische
Kennzeichnung hilft
dem Verbraucher

Anspruchsvolle
Kriterien für einen
begrenzten Kreis....

Hohe Standards oder breite Verbreitung?

Angesichts der Vielfalt von Kennzeichen und Labels stellt sich die Frage, welcher Ansatz erfolgreicher ist, um mehr Ressourceneffizienz durchzusetzen: Anspruchsvolle Kriterien, die jedoch nur von einem begrenzten Kreis von Akteuren umgesetzt werden oder weniger anspruchsvolle Kriterien, die ihre Effekte jedoch über die große Breitenwirkung erreichen? Wer sich im Label-Wettbewerb durchsetzt, wird letztendlich über die Strenge der entsprechenden Standards entscheiden. Ein Beispiel sind zwei Standards zur Zertifizierung einer nachhaltigen Forstwirtschaft: FSC (*Forest Stewardship Council*, eine NGO-Initiative) auf der einen Seite und die zwei Jahre später von der amerikanischen Forstwirtschaft ins Leben gerufenen SFI-Standards (*Sustainable Forestry Initiative*) auf der anderen Seite. Die Anforderungen von FSC sind wesentlich strenger, unter anderem besteht ein Verbot für die Konversion von natürlichen Wäldern in Forstplantagen und die Nutzung genetisch-modifizierter Baumarten, das Gebot der Erhaltung von Biodiversität und die Beachtung der Rechte einheimischer Völker.

...oder wenige
Kriterien mit großer
Breitenwirkung?

Mit weniger strikten Anforderungen hat sich die SFI-Zertifizierung jedoch mittlerweile in den USA stärker verbreitet als FSC – die entsprechend zertifizierte forstwirtschaftliche Fläche übersteigt die FSC-Flächen um das 3,5fache [SFI 2010]. Ausgelöst wurde dieser intensive Wettbewerb durch die Anpassung der Kriterien für Zertifikate zum nachhaltigen Bauen. Bis vor kurzem hatte FSC praktisch eine Monopolposition beim U.S. Green Building Council (USGBC), da ausschließlich FSC-zertifiziertes Holz für die USGBC-Bauprojekte akzeptiert wurde. Inzwischen wird aber die Ausweitung auch auf die anderen freiwilligen Zertifizierer wie z. B. auch SFI diskutiert.

Labelvielfalt – Verwirrung oder Wahlfreiheit?

Weltweit werden
etwa 600 Labels für
Verbraucher
verwendet

Problematisch ist aber auch die Anzahl von verschiedensten Labels, die für die Kaufentscheidungen oder die Beschaffung relevant sein können. Gegenwärtig werden weltweit etwa 600 unterschiedliche Kennzeichnungen (Labels) verwendet, um den Verbraucher darüber zu informieren, ob das Produkt energieeffizient ist oder im Einklang mit Kriterien der Nachhaltigkeit oder sozialer Gerechtigkeit hergestellt wird.

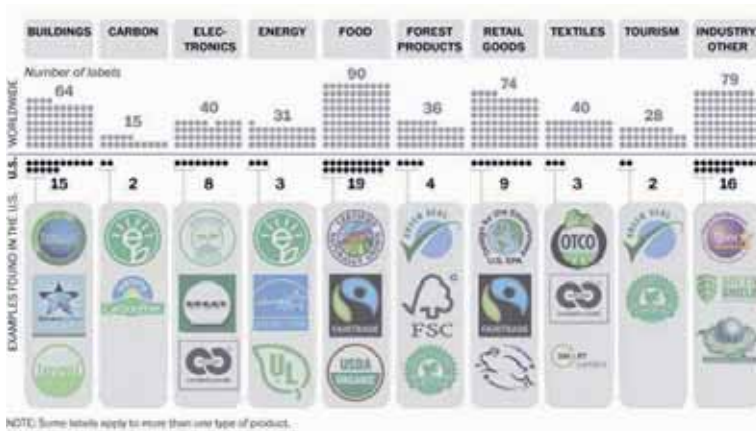


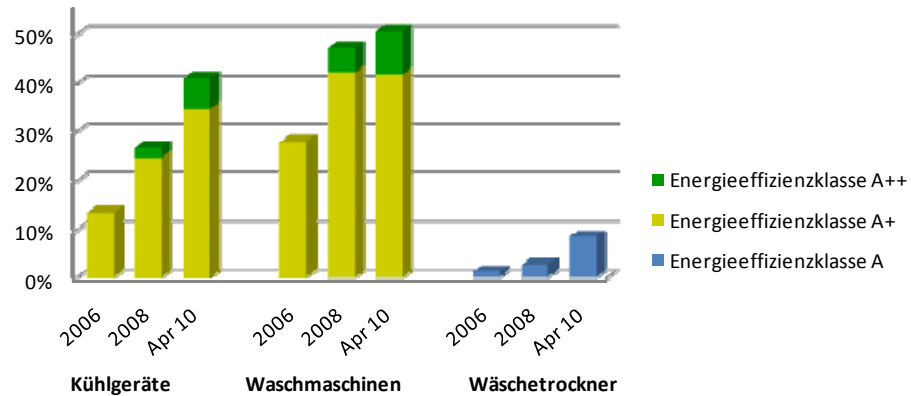
Abbildung 4: Weltweit existieren über 600 verschiedene Labels und Kennzeichen mit teils überlappenden, teils verschiedenen Kriterien und Standards. Quelle: World Resources Institute 2009.

Diese nicht mehr übersichtliche Anzahl von alternativen Label-Konzepten, die teilweise branchen- bzw. produktübergreifend sind und nicht selten miteinander konkurrieren, schafft zwar zum einen ein hohes Maß an Wahlmöglichkeiten – gleichzeitig entstehen jedoch hohe Transaktionskosten für die Informationsbeschaffung. Sowohl institutionelle als auch individuelle Verbraucher finden dies zunehmend verwirrend [WRI/Big Room 2010]. Als Konsequenz leidet nicht selten die Glaubwürdigkeit und Überzeugungskraft verschiedener Labels. Nach der Ansicht des World Resources Institute besteht ein erheblicher Bedarf für die Kooperation zwischen einzelnen Organisationen, um eine Harmonisierung von Kriterien und damit mehr Benutzerfreundlichkeit zu erreichen [WRI/Big Room 2010].

Hohe
Transaktionskosten
für die Beschaffung
von Information

Hilft bessere Information immer? Wo liegen die Grenzen?

Produkte und Dienstleistungen, die nach ökologischen und sozialen Kriterien besser abschneiden, bleiben nach wie vor im Regelfall relativ teuer, und werden meistens zu einem Nischen- (wie etwa Fair Trade oder Biolebensmittel) oder Premiumprodukt. Besonders effiziente Waschmaschinen (A++) haben in Westeuropa einen Marktanteil von etwa 9 % erreicht; bei weniger effizienten Geräten der Klasse A+ liegt der Anteil bei knapp 42 % [Gutberlet 2010]. Der BUND spricht in diesem Zusammenhang von einem Marktversagen: „Hohe Preise durch geringe Stückzahlen der A++-Modelle einerseits und Lockangebote für veraltete Billiggeräte andererseits machen den Ersatz von Altgeräten durch Top-Runner für die meisten Verbraucher unattraktiv“ [BUND 2010].



Westeuropa, Marktstrukturen nach Einheiten (in %)

Abbildung 5: Trotz hoher Zuwachsraten liegen die Anteile der supereffizienten Geräte (A++) noch bei unter 10 % des europäischen Markts. Quelle: eigene Darstellung nach Gutberlet 2010 auf Basis von Daten der GfK.

Soll sich die Politik überhaupt einmischen?

Im Großen und Ganzen sind es die Kaufentscheidungen von Endverbrauchern, die das Marktpotenzial von Produkten und Dienstleistungen bestimmen. Eine zentrale Frage ist, ob diese *informationsgenerierende* Funktion der freien Marktwirtschaft überlassen wird, oder ob die Politik mit dem Ziel des Verbraucher- und Umweltschutzes regulierend eingreifend soll. Wie weit ein politischer Eingriff gehen kann, zeigt Norwegen: Die Verwendung von Begriffen wie *clean, green, and environmentally friendly* in der Werbung für Kraftfahrzeuge wurde dort einfach verboten: „Cars cannot do anything good for the environment except less damage than others“ [Reuters 2007]. Nach Ansicht des Bundesverbands der Verbraucherzentralen sind derartige *Green Claims* häufig irreführend und gefährden das Vertrauen der Verbraucher und „damit den gesamten Markt tatsächlich umweltschonender Produkte und Dienstleistungen, der im Interesse von uns allen wachsen sollte“ [VZBV 2010].

Jegliche Form von Kennzeichnung hat zur Voraussetzung, dass die Hersteller von Produkten und Dienstleistungen ihre Wertschöpfungsketten genau analysieren und Daten über den Ressourcenverbrauch liefern. Doch auch hier gilt es, die Gratwanderung zwischen Informationstiefe und Breitenwirkung optimal im Sinne der Ressourceneffizienz zu bewältigen.

2.1.2 Beratung gegen Informationsdefizite

Dass technologische Möglichkeiten besserer Material- und Energieeffizienz auf der betrieblichen Ebene – insbesondere bei Klein- und Mittelständischen Unternehmen (KMU) – nicht ausgeschöpft werden, liegt nicht ausschließlich an finanziellen Gründen. So ergab eine Umfrage bei 47 KMU, dass neben mangelnder Wirtschaftlichkeit auch Personal- und Zeitmangel oder Informationsdefizite eine wichtige Rolle spielen [Erhardt/Pastewski 2010].

Verbote für irreführende *Green Claims*?

Personal- und Zeitmangel als Hemmnisfaktor bei KMU

Insbesondere im Mittelstand reichen die personellen und zeitlichen Ressourcen und die Expertise häufig nicht aus, um sich damit auseinander zu setzen. Dabei sind die ökonomischen Vorteile insbesondere bei kleinen und mittleren Unternehmen durchaus bedeutend: Dort können im Durchschnitt Einsparpotenziale von etwa 3 % des Jahresumsatzes, im günstigsten Fall sogar bis zu 9,6 % [Kristof/Hennicke 2008] erschlossen werden.

Eine proaktive Adressierung solcher Unternehmen durch externe Beratung – Potenzialanalysen und Umsetzungsbegleitung – ist entscheidend für die Ausschöpfung dieser Potenziale und ggf. auch bessere Akzeptanz weitgehender Lenkungsmaßnahmen im Bereich Ressourceneffizienz. Glaubwürdige Berater, aktive Begleitung der Umsetzungsprozesse und eine möglichst langfristig angelegte Zusammenarbeit sind die Schlüsselfaktoren für den Erfolg bei der Bewältigung von Hemmnissen im Klein- und Mittelstand [Kristof/Hennicke 2008, Rieder/Walker 2009].

Dafür ist aber der Ausbau von Beratungsinstitutionen dringend notwendig. Dienstleister wie die demea und die Effizienz-Agentur NRW haben bis heute nur eine begrenzte Anzahl von Unternehmen beraten (400 bzw. 1000) und bei der Umsetzung begleiten können. Kristof und Hennicke (2008) empfehlen daher solche Diffusionsförder- und Vernetzungsprogramme auf Bundesebene auszubauen und mit erweiterten Aktivitäten auf Landesebene besser zu vernetzen. Als Anbieter haben insbesondere öffentliche (staatliche) Organisationen eine hohe Akzeptanz [Rieder/Walker 2009]. Um die Glaubwürdigkeit und Qualifikation privater Berater zu gewährleisten bietet sich außerdem mittelfristig ein Zertifizierungssystem an [Kristof/Hennicke 2008].

Ausbau von Beratung
dringend geboten

Unabhängige Berater – kompetente Berater

Eine sensible Frage stellt die Unabhängigkeit der Berater dar. So werden bei den Beratungsprogrammen mit Förderung durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW, z. B. Vor-Ort-Beratung, Energieeffizienzberatung) grundsätzlich nur solche Energieberater zugelassen, die kein wirtschaftliches Eigeninteresse am Ergebnis einer Beratung haben (also z. B. anschließend die Sanierungsmaßnahme durchführen) und deshalb – so die Annahme – technologieoffen und unabhängig beraten [BMW 2009, KfW 2010]. Dieses Kriterium ist in der Praxis durchaus umstritten, zum einen, weil es bestimmte Berufsgruppen benachteiligt (z. B. sind bei der Gebäudeenergieberatung Architekten zugelassen, Handwerker jedoch nicht) zum anderen, weil in bestimmten hochspezialisierten Bereichen in KMU damit letztlich alle Experten von der Beratertätigkeit ausgeschlossen werden. So bemängelt der Branchenverband BITKOM (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.), dass bei der Beratung von Energieeinsparungen in Rechenzentren aufgrund der Anbieterstruktur kaum Berater verfügbar

Primat der
Unabhängigkeit führt
oft zum Ausschluss
kompetenter Berater

sind, die sowohl Fachleute als auch unabhängig im Sinne der KfW-Kriterien sind (pers. Mitt. Holger Skurk, BITKOM).

Hamburger
Serverraum-Check:
Kompetenz
entscheidet

Anders funktioniert dagegen das Prinzip des Hamburger ServerraumChecks, bei dem Unternehmen zwei Drittel der Kosten für eine Beratung von der Hamburger Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt und der Vattenfall Europe Sales GmbH erstattet bekommen: Voraussetzung, um als Berater in den Beraterpool des ServerraumChecks aufgenommen zu werden ist hier nur der Nachweis von Kernkompetenzen in allen Bereichen des Checks. Liegen die Kernkompetenzen vor und hat der Berater an einer Einführungsveranstaltung zum ServerraumCheck teilgenommen, wird er im Beraterpool gelistet. Damit ist zwar nicht die Unabhängigkeit der Berater garantiert, dafür aber deren inhaltliche Kompetenz.

2.1.3 Ständiges Feedback bringt mehr als reine Information

Verfahrensroutinen
durch Feedback
verändern

Die langfristige, intensivste und systembezogenste Form der Informationsvermittlung ist die Bildung. Während Kennzeichen nur in Sekundenbruchteilen Entscheidungen unterstützen können, sorgen Investitionen in Bildung dafür, dass das Wissen über Ressourceneinsparpotenziale und die Fähigkeit zur Entwicklung von Lösungen langfristig in die Kompetenzen der handelnden Akteure integriert wird. Interessanterweise zeigen neue Studien, dass kurzfristige Kampagnen, Marketingaktionen etc. oder auch Feedback-Mechanismen für Verbraucher wie intelligente Stromzähler nur dann eine bleibende Wirkung auf den Verbraucher haben, wenn etablierte Verfahrensroutinen immer wieder durch neu zu erlernende Verhaltensweisen verändert werden.

Forschungsprojekt
CHANGE:
nutzerorientierte
Reduktion des
Energieverbrauchs

Diese Frage war Gegenstand des Forschungsprojekts CHANGE, das aus Sicht der Verhaltenspsychologie untersuchte, wie sich in öffentlichen Gebäuden sowohl durch technische als auch durch nutzerorientierte Maßnahmen der Energieverbrauch reduzieren lässt. Es zeigte sich, dass die schlichte Vermittlung von Fakten und Hintergründen (z. B. über energiesparendes Lüften, das regelmäßige Ausschalten des PC-Monitors etc.) alleine keine Handlungen auslöst bzw. langfristig entsprechende Änderungen in die Verhaltensmuster der handelnden Personen integriert. Vielmehr sind zeitnahe und häufig wiederkehrende Feedbackmechanismen entscheidend, um gewohnte Verhaltensroutinen zu verändern und neue zu erlernen [Matthies 2008]. Das gilt nicht nur für den Bereich Energie, sondern auch z. B. für Ernährung (vgl. Kapitel 3.2). Auch ein Review von 35 Interventionsstudien zum Energiesparverhalten [Abrahamse et al. 2005] machte deutlich, dass reine Informationskampagnen meist wirkungslos bleiben.

Diese Erkenntnisse haben eine entscheidende Bedeutung für die Art und Weise, wie umweltbezogene Informationen weitervermittelt werden. So ergab die Studie von Matthies, dass von 34 befragten Universitäten, die

nutzerbezogene Informationsmaßnahmen durchführten, sich 26 auf reine Wissensvermittlung beschränkten. 17 setzten zusätzlich Anreizsysteme ein und nur 2 griffen zu direkten Feedbackinstrumenten (*Prompts*). Hier besteht noch enormes Potenzial, um das Geld, das Unternehmen und Organisationen in nutzerbezogene Maßnahmen investieren, sinnvoll und wirksam einzusetzen.

Nur 2 von 34 befragten Unternehmen setzen *Prompts* ein



Abbildung 6: In der Kampagne *mission E* wurden Informationsvermittlung und ständig wiederkehrendes Feedback kombiniert, um neue Verhaltensroutinen zu etablieren. Bildquelle: Atelier Celeste, Düsseldorf.

Was für Einzelpersonen gilt, hat natürlich auch einen Einfluss darauf, wie Maßnahmen auf der betrieblichen Ebene umgesetzt werden. Auch hier gilt es, Routinen zu durchbrechen und neue Verhaltensweisen einzuüben. Auch hier kann direktes Feedback an die Mitarbeiter dazu führen, dass Entscheidungen beeinflusst werden. Dabei gibt es durchaus erfolgreiche Beispiele: Seit Oktober 2006 führt die EnergieAgentur.NRW gemeinsam mit dem Bundesamt für Wehrverwaltung die *mission E* (Abbildung 6) als bundeswehrweite Energieeffizienzkampagne durch. Bereits im ersten Jahr wurden durch die Sensibilisierung und Motivation der 350.000 zivilen und militärischen Bundeswehrangehörigen 65 Mio. Kilowattstunden Energie bzw. rund 23.000 Tonnen Kohlendioxid und 5,3 Mio. Euro eingespart [Energieagentur NRW 2010].

Effizienzkampagne bei der Bundeswehr spart 65 Mio. kWh und 23.000 t CO₂

Fazit:

Marktversagen kann nicht immer auf die unzureichende Internalisierung externer Kosten auf Rohstoff- bzw. Gütermärkten zurückgeführt werden. Auch Informationsdefizite und Informationsasymmetrien sowie psychologische und emotionale Faktoren können der effizienten Ressourcennutzung im Wege stehen.

Die Bandbreite von Informationsinstrumenten reicht von Kennzeichen und Labels, die dem Verbraucher oder Betrieb auf einen Blick einfach und verständlich den Vergleich der Ressourcenintensität von Produkten oder Dienstleistungen ermöglichen über komplexe Analysen von Wertschöpfungsketten und individueller Beratung (z. B. von Unternehmen) bis hin zu einer systematischen Integration von Aspekten der Ressourceneffizienz in allgemeine Bildung, Ausbildung und Weiterbildung. Entscheidend ist dabei, dass verhaltenspsychologische Erkenntnisse in die Konzipierung von Maßnahmen einfließen, damit eingefahrene Verhaltensroutinen wirksam verändert werden können. Als wirksam haben sich kombinierte Informations- und Feedbackmaßnahmen erwiesen.

Die Grenzen von Informationsinstrumenten sind spätestens dann erreicht, wenn die Kosten für ressourcenschonende Alternativen deutlich höher sind oder wenn andere Aspekte wie Qualität oder Sicherheit für den Entscheider wichtiger sind. Bestehen dauerhaft gegenläufige monetäre Anreize, lässt sich durch noch so gute Informationsvermittlung keine Handlung im Sinne der Ressourceneffizienz erreichen.

2.2 Selbstorganisation der Akteure

Ökonomische Steuerungsinstrumente und gesetzliche Auflagen lassen sich in der Praxis häufig mit großen Schwierigkeiten oder – noch häufiger – gar nicht durchsetzen. Maßnahmen auf freiwilliger Basis, einseitige Selbstverpflichtungen, bilaterale Vereinbarungen und Umweltprogramme mit freiwilliger Teilnahme sind aus diesem Grund sehr populär geworden. Auch im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie sind Instrumente auf freiwilliger Basis nicht nur explizit zugelassen, sondern sogar vorzuziehen.

Wie freiwillig sind freiwillige Maßnahmen?

Interessant ist die Frage, ob solche Programme auf freiwilliger Basis bzw. Selbststeuerungsinstrumente die *harten* Maßnahmen in der Tat ablösen können. Die Meinungen hierüber gehen stark auseinander. Vertreter aus Industrie und Politik sehen darin den Weg, auf dem die erwünschten Zielsetzungen kosteneffizient und mit einem hohen Maß an Flexibilität erreicht werden können. Umweltorganisationen und Verbraucherverbände haben große Vorbehalte, unter anderem auch deswegen, weil eine 100 %ige Teilnahme grundsätzlich nicht erreicht werden kann [BEUC 2006, Friends of the Earth 2002]. Erhebliche Bedenken bestehen auch im Bezug auf die Ambitioniertheit der Ziele und Glaubwürdigkeit der Ergebnisse.

Die Freiwilligkeit dieser Programme ist jedoch häufig relativ. Die Motivation zur Teilnahme für Unternehmen rangiert von der Imagepflege bis zur Abwehr drohender harter Maßnahmen wie z. B. gesetzliche Regulierung oder neue Abgaben. Die öffentliche Verwaltung weicht häufig auf solche weiche Maßnahmen aus, wenn die Einführung von

100 % Teilnahme kann bei freiwilligen Instrumenten nicht erreicht werden

Motivation zur Teilnahme zur Abwehr *harter* Maßnahmen, z. B. Gesetze

gesetzlichen Mechanismen aufgrund des starken Widerstands und teurer Gerichtsprozesse scheitern bzw. wesentlich verzögert würde [Morgenstern/Pizer 2009]. Nicht zuletzt spielen auch die Befürchtungen um die Wettbewerbsnachteile einheimischer Unternehmen eine große Rolle.

2.2.1 Selbstverpflichtungen der Wirtschaft

Zahlreiche Kritiker von *freiwilligen* Maßnahmen weisen darauf hin, dass solche Aktivitäten selten über *Business-As-Usual* hinausgehen. In der Tat ist es für betroffene Unternehmen rational, die einzuhaltenden Grenzwerte bzw. das Tempo von Anpassungen auf einem Niveau festzuhalten, das die Entwicklung im Rahmen der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit nicht bzw. nicht wesentlich übersteigen würde – in diesem Fall sind keine zusätzlichen Kosten zu erwarten. In der Untersuchung der Auswirkungen der einseitigen Selbstverpflichtung der deutschen Zementbranche haben Böhringer und Frondel wenig Anzeichen dafür gefunden, dass in deren Rahmen Emissionsreduktionen erreicht wurden, die wesentlich über das Basis-Szenario hinausgehen. Für die Industrie insgesamt ist dies nicht selten ein effektives Mittel zu einer Verschiebung bzw. auch Verhinderung weitergehender „harter“ Maßnahmen [Böhringer/Frondel 2007]. Auch wenn die Strenge der Standards in einem bilateralen Verhandlungsprozess bestimmt wird, ist es unwahrscheinlich, dass eine Zielsetzung gewählt wird, die dramatische Veränderungen bei den Teilnehmern erfordert. Wenn weitgehende Innovationen angestrebt werden, sind Selbstverpflichtungen, aber auch *Voluntary Programms* ein ungeeignetes Instrument [Caldart/Ashford 1999].

Selbstverpflichtungen gehen selten über das *Business-As-Usual*-Szenario hinaus

Das Problem verschärft sich besonders bei bilateralen Vereinbarungen auf der Verbandsebene. Die Teilnahme an einem Verband ist freiwillig, jeder individuelle Zielbeitrag wird durch die finanziellen und technischen Möglichkeiten jedes einzelnen Mitglieds bestimmt. Es ist daher zu erwarten, dass nur die Zielsetzung eine Zustimmung finden wird, die das Basis-Szenario nicht übermäßig übersteigt.

Andere Interessenskreise in Verhandlungen miteinbeziehen

Zerle (2004) weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass die Bestimmung der Zielsetzungen nicht durch bilaterale Verhandlungen zwischen den zuständigen Behörden und Industrieverbänden erfolgen soll. Vielmehr müssten analog zu Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften auch andere Interessenskreise aktiv mit einbezogen werden, damit auch *konkurrierende, abweichende und alternative Meinungen* vertreten sind. Wissenschaftliche Erkenntnisse sollen eine entscheidende Rolle bei der Festlegung der Ziele spielen.

Dabei gehen jedoch die vermeintlichen Vorteile des Instruments der Selbstverpflichtung wie Zeitersparnis und Flexibilität verloren. Wenn die

Ambitionierte
Selbstverpflichtungen
sind nicht unbedingt
stabil

Ziele der Selbstverpflichtung über das *Business-As-Usual* hinausgehen, erhöht sich überdies der Anreiz zum Freifahrerverhalten² und damit auch die Gefahr des Scheiterns der Selbstverpflichtung [Zerle 2004]. Eine besonders ambitionierte Selbstverpflichtung ist daher weder wahrscheinlich noch wird sie sich ohne weiteres als stabil erweisen.

Gefahr des Freifahrerverhaltens berücksichtigen

*European Voluntary
Agreement on
Washing Machines*

Ein solches Beispiel ist das *European Voluntary Agreement on Washing Machines* [CECED 1997]. 1996 haben sich die europäischen Hersteller und Importeure von Waschmaschinen (im Rahmen des CECED – Europäischer Verband der Haushaltswarenhersteller) verpflichtet, die Produktion und Einfuhr von Elektrogeräten mit niedriger Energieeffizienz zu verringern und deren durchschnittlichen Energieverbrauch um 20 % zu reduzieren. Dazu wurden verbindliche Energieeffizienzklassen festgelegt und die Produkte mit entsprechenden Labeln gekennzeichnet. Bereits im Jahr 2002 hat sich der Anteil der effizienteren Geräte (Effizienzklassen A und B) von 51 % auf 83 % erhöht. Über die Laufzeit der Selbstverpflichtung hat sich jedoch gezeigt, dass eine effektive Überwachung der Unternehmen bei der Einteilung ihrer Produkte in die jeweiligen Effizienzklassen nicht möglich war. Dieses Überwachungsdefizit sowie eine fehlende unabhängige Kontrollinstanz führten zunehmend zu Freifahrerverhalten, d. h. dass Unternehmen zwar an der Selbstverpflichtung teilnahmen, aber trotzdem weiterhin ineffiziente Geräte herstellten und verkauften [Ahmed/Segerson 2008]. Deshalb entschied sich der CECED 2007 gegen eine Verlängerung der Selbstverpflichtung und für von Regierungsseite aus festgelegte Standards [Ahmed/Segerson 2008, vgl. auch CECED 2008].

Überwachung der
Selbstverpflichtung
gestaltet sich
schwierig

Ohne Monitoring und Sanktionen funktioniert es nicht

Umfassende Monitoring- und Sanktionsmechanismen sind notwendig, damit Selbstverpflichtungen stabil und effektiv bleiben. Ein Industrieverband mit freiwilliger Teilnahme kann diese aufgrund der fehlenden hoheitlichen Durchsetzungsmacht kaum gewährleisten.

Doppelstrategie als
Lösung:
Schirmabkommen und
individuelle
Zielerreichung

Um das Freifahrerverhalten zu unterbinden wurde daher z. B. von den meisten Industriezweigen in Großbritannien für die branchenweiten *Climate Change Agreements*³ ein spezielles Doppel-Arrangement

² Freifahrerverhalten bedeutet, dass man ein (häufig öffentliches) Gut mitnutzt, ohne einen Beitrag zur Bereitstellung dieses Gutes zu leisten. Bezogen auf Selbstverpflichtungen bedeutet es, dass das einzelne Unternehmen die Verpflichtung zwar unterzeichnet, aber nichts zu ihrer Umsetzung beiträgt.

³ Die sogenannten *Climate Change Agreements* werden zwischen dem Britischen *Department of Energy and Climate Change* und energieintensiven Branchen geschlossen. Sie ermöglichen den Unternehmen der beteiligten Branchen sich für Steuervergünstigungen zu qualifizieren, sofern sie ambitionierte Ziele bei der Verbesserung ihrer Energieeffizienz erfüllen.

gewählt. Ein Schirmabkommen mit dem Industrieverband sieht vor, dass im Falle der branchenweiten Erfüllung (*Compliance*) mit vorgegebenen Zielsetzungen der Prüfungsprozess angehalten wird. Ist sie nicht gegeben, wird individuelle Zielerreichung überprüft. Unternehmen, die diese nicht vorweisen können, verlieren ihren Anspruch auf die Steuerermäßigung für zwei Jahre [DECC o. J.].

Marktbedingungen beachten

Auch Marktbedingungen sind für die Einhaltung der Selbstverpflichtung entscheidend, insbesondere dann, wenn der Erfolg der Maßnahme im hohen Maße vom Verhalten der Konsumenten abhängt [Zerle 2004]. So hat beispielsweise die langfristig angelegte Vereinbarung (der sog. *ACEA-Agreement*) zwischen der Europäischen Kommission und der Autoindustrie, vertreten durch drei Herstellerverbände (ACEA (European Automobile Manufacturers Association), JAMA (Japanese Automobile Manufacturers Association) und KAMA (Korean Automobile Manufacturers Association)) zur Reduktion durchschnittlicher CO₂-Emissionen von neuen Kraftfahrzeugen keine wesentlichen Fortschritte gebracht. Zielsetzung war der durchschnittliche Ausstoß von 140 g/km bis 2008/2009, erreicht wurde lediglich eine durchschnittliche Emission von 160 g/km. Im Gegenteil, die Emissionen von verkauften Kraftfahrzeugen haben sich nach Angaben von Greenpeace sogar erhöht. Greenpeace beruft sich dabei auf Daten der Europäischen Kommission und des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA).⁴ Als Hauptursache für diese Entwicklung nennt ACEA die geringe Nachfrage der Verbraucher nach effizienten Autos. Weitergehende technologische Fortschritte in der Senkung des CO₂-Ausstoßes wären im Vergleich zu anderen Maßnahmen (energiesparende Fahrweise, Infrastruktur, Biokraftstoffe) mit einem unverhältnismäßigen Aufwand verbunden [ACEA 2007].

Effiziente Autos:
CO₂-Ziele sind gegen
die Verbraucher nicht
zu erreichen

Selbstverpflichtungen scheitern daher in der Regel da, wo die für die Einhaltung notwendigen Maßnahmen nicht ausschließlich in den Verantwortungsbereichen der verpflichteten Unternehmen liegen. Laut Zerle können die Automobilhersteller jedoch die Nachfrage nach Modellen mit unterschiedlichem CO₂-Ausstoß bestenfalls indirekt steuern [Zerle 2004].

Solche Probleme müssen – insbesondere wenn die Gruppe der Betroffenen besonders groß und heterogen ist – offensichtlich mit anderen Instrumenten adressiert werden, z. B. Mengenregulierung oder auch gesetzliche Regelungen, die beispielsweise vom EU-Ausschuss für

Die Alternativen:
gesetzliche
Regelungen oder
Mengenregulierung

⁴ So lag der durchschnittliche Kohlendioxid-Ausstoß von Audi-Fahrzeugen im Jahr 2007 bei 185,4 Gramm pro Kilometer (g/km), heißt es in einem Bericht des *Greenpeace Magazin*. Vor fünf Jahren seien es noch 180,9 g/km gewesen. Der Flottendurchschnitt bei Porsche stieg demnach im selben Zeitraum von 274,4 g/km auf 287 g/km. Bei Autos der Marke VW stieg der CO₂-Ausstoß im Schnitt von 162,5 g/km auf 166,7 g/km. <http://www.news.de/auto/696052978/co2-bilanz-bei-audi-und-vw-verschlechtert/1/>

Industrie, Forschung und Energie in einer Stellungnahme zur Ökodesign-Richtlinie gefordert werden [ITRE 2009].

Beachtet werden muss, dass bei einer Steuerbefreiung im Rahmen von verträglichen Selbstverpflichtungen dem Staat erhebliche Steuereinnahmen entgehen. Auch die administrativen Kosten sollen nicht unterschätzt werden – effektive Programme und Vereinbarungen mit Monitoring- und Sanktionsmechanismen, informativer Unterstützung und finanziellen Anreizen können mit erheblichen Kosten einhergehen. Insbesondere neue Ausnahme- und Ermäßigungsregelungen können die ansonsten relativ geringeren administrativen Kosten signifikant erhöhen [OECD 2006].

2.2.2 Programme mit freiwilliger Teilnahme

Programme mit freiwilliger Teilnahme sind derzeit sehr zahlreich – allein in den USA hat die Environmental Protection Agency etwa 200 Initiativen (*Voluntary Environmental Programs*, VEP) ins Leben gerufen [Delmas/Montiel 2007].

EMAS und ISO 14.001

Eine freiwillige Teilnahme unterstellt keine Sanktionen, Unternehmen legen für sich meistens individuelle und unverbindliche Ziele fest. Die Anreizwirkung von VEP besteht hauptsächlich in der Bereitstellung technischer Hilfe und Information sowie positiver Publicity für teilnehmende Unternehmen. Ein Spezialfall sind freiwillige Programme mit einem Zertifizierungsverfahren, die die Erfüllung der Standards durch die Teilnehmer (*Compliance*) verifizieren und zertifizieren. Besonders verbreitet sind die prozessorientierten Normenfamilien, darunter ISO 14.001 und das europäische EMAS, die betriebsinterne Umweltmanagementsysteme zertifizieren.

Teilnehmer an
freiwilligen
Programmen in den
USA schneiden
schlechter ab als
nicht teilnehmende
Unternehmen

In einer Evaluation der vier größten freiwilligen Programme in den USA (*33/50*, *Responsible Care*, *Sustainable Slopes* und *Climate Challenge* sowie ISO 14.001) wurde die Performance von 30.000 Unternehmen verglichen. Interessanterweise kamen die Autoren zu dem Schluss, dass die nicht teilnehmenden Unternehmen im Durchschnitt 7,7 % bessere Ergebnisse in Bezug auf die entsprechenden Indikatoren aufweisen, als die Teilnehmer [Darnall/Sides 2008]. Besonders schlecht schneiden die Programme mit *Self Monitoring* ab – Ergebnisse der Teilnehmer wurden von den nicht teilnehmenden Unternehmen um 24 % übertroffen. Dieses scheinbar paradoxe Phänomen lässt sich folgendermaßen erklären: Die Teilnahme an VEP wird häufig angestrebt, nachdem man bereits umweltschonende Maßnahmen implementiert hat, um die Maßnahmen zu kommunizieren und wertschöpfend zu nutzen. Motivation für eine Mitgliedschaft ist also häufig nicht in Zukunft Erfolge beim Umweltschutz zu erzielen, sondern bereits unternommene Anstrengungen zu vergolden. Weitere Erfolge stellen sich danach nur mit verstärktem Aufwand ein, insbesondere wenn zuvor vor allem die einfach zu realisierenden Umweltschutzmaßnahmen umgesetzt wurden.

Damit stellt sich natürlich direkt die Frage nach dem Sinn und Nutzen solcher Programme. Freitas (2009) weist darauf hin, dass ein wichtiger positiver Nebeneffekt von freiwilligen Programmen mit Zertifizierung deren rasche Verbreitung auch in den Entwicklungsländern ist. Die Zulieferer müssen oft entsprechende Zertifizierungen aufweisen, wenn sie globale Hersteller beliefern wollen. Insbesondere in Ländern mit schwachen staatlichen Institutionen, fehlenden Gesetzen oder unzureichendem Vollzug können solche Standards entlang von internationalen Wertschöpfungsketten wenigstens für ein Minimum an Ressourceneffizienz sorgen. Da viele Rohstoffe, Werkstoffe und Halbzeuge aus Entwicklungs- und Schwellenländern importiert werden, ist dieser Faktor nicht zu unterschätzen.

Positive Wirkung im Ausland

2007 wurde in Dänemark ein *Curve Breaker Agreement* ins Leben gerufen, das eine Verringerung des absoluten Energieverbrauchs im öffentlichen Sektor zum Ziel hat. Im März 2009 waren etwa 155 Vereinbarungen abgeschlossen. Die zu erreichenden Ziele (typischerweise eine 3 bis 15 %-ige Reduktion des Energieverbrauchs innerhalb von 3 bis 5 Jahren) werden für jeden Teilnehmer individuell mit einem zugewiesenen Berater festgelegt. Die Besonderheit des Programms: sowohl die Teilnehmer als auch die Öffentlichkeit können die entsprechenden Fortschritte *live* beobachten – mithilfe des Online-Tools *View electricity consumption* [Jarby et al. 2009, Abbildung 7].

Dänemark: Der öffentliche Sektor spart öffentlich Energie

Arbeitssteds typer - gennemsnit pr. arbejdssted						
Info	Antal	Arbejdsstedstype	Area1	Seneste 12 mdr. elforbrug	Fordeling	
			m ²	kWh	Personer/kWh/m ²	
	40	Biblioteker	4.749	395.407	626	
	134	Daginstitutioner	965	61.224	140	
	40	Døgnsinstitutioner	4.770	253.530	1.325	
	541	Folkeskoler	7.174	207.774	360	
	173	Forsyningsanlæg	1.003	561.151	10.900	
	1	Gadebelysning		109.301		
	120	Gymnasier og erhvervsfaglige skoler	9.289	318.100	403	
	21	Handel/service	3.252	409.093	2.291	
	27	Hospitaler	30.857	3.656.510	3.932	
	7	Hoteller	4.812	200.123	1.373	
	40	Internatskoler/kursuscentre	8.120	479.797	1.469	
	21	IT-Service	12.353	2.750.109	9.427	
	219	Kontorer/administration	4.379	438.226	1.522	
	11	Laboratorier	9.812	1.809.149	7.800	

Abbildung 7: Das Online-Tool *View Electricity Consumption* ermöglicht den teilnehmenden Organisationen nicht nur die Übersicht über den eigenen Energieverbrauch, sondern auch den Vergleich mit anderen Teilnehmern. Quelle: Danish Energy Saving Trust 2011.

Der *Danish Electricity Saving Trust* schätzt, dass die Kurve des steigenden Energieverbrauchs im öffentlichen Sektor dann *gebrochen* wird, wenn die Vereinbarungen 50 % des Energieverbrauchs in diesem Bereich umfassen. Mittlerweile hat sich das Ministry of Public Works in Malaysia der dänischen Initiative angeschlossen. Der Energieverbrauch

von 50 öffentlichen Gebäuden soll mithilfe des Online-Tools beobachtet werden.

Geringe Anreize für Innovationen

Ambitionierte Zielsetzungen können durch Maßnahmen auf freiwilliger Basis in der Regel nicht erreicht werden. Vielmehr besteht die Gefahr, dass durch Ziele, die nicht über das *Business-As-Usual*-Szenario hinausgehen, eine innovationshemmende Wirkung entsteht – die bisherigen technologischen Pfade werden *zementiert*, der Innovationsanreiz, der durch die Anwendung sonstiger Instrumente entstanden wäre, wird gemindert. Nichtsdestotrotz sind die freiwilligen Maßnahmen häufig ein unverzichtbares Instrument, wenn die bestehenden technologischen Potenziale ausgeschöpft bzw. *Best Practices* verbreitet werden sollen.

2.2.3 Normen und Richtlinien

Normungsprozesse definieren den Stand der Technik...

Eine weitere Form freiwilliger Maßnahmen stellen die Normungsprozesse der Industrie selbst dar. Normen haben den Charakter von Empfehlungen, deren Beachtung und Anwendung jedem freisteht. Sie haben also per se keine rechtliche Verbindlichkeit, können aber durch Rechts- und Verwaltungsvorschriften oder durch Verträge, in denen ihre Einhaltung vereinbart wurde, verbindlich werden. Oft wird in Gesetzen oder Vertragswerken auf den *Stand der Technik* verwiesen. Dieser an sich unbestimmte Rechtsbegriff wird durch Normen ausgefüllt, die dadurch rechtliche Bedeutung erlangen können. Der Vorteil besteht darin, dass es auf ein festgelegten Standard verweisen kann, der in einem transparenten Prozess durch Fachexperten aus der Industrie festgelegt wurde. Wichtige Organisationen, die industrielle Normen und Richtlinien erarbeiten, sind in Deutschland das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN), der Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI), der Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE) und der Verband der Automobilindustrie (VDA).

...und Gesetze verweisen auf diese Standards

Ressourceneffizienz in Normung und Richtlinien

Ressourceneffizienz - bislang kein Thema für die Normung

Explizit taucht der Begriff der Ressourceneffizienz noch nicht in den aktuellen Normen und Richtlinien dieser Organisationen auf. Die relevanten Themen und Fragestellungen werden bisher in verschiedenen Normungs- und Richtlinienaktivitäten adressiert, die z. B. in Bereichen wie Umweltschutz, Abfall, etc. angesiedelt sind. Auch neuere Ansätze wie z. B. die Lebenszyklusbetrachtungen oder Nachhaltigkeitsbewertungen in kleinen und mittleren Unternehmen werden durch Normen und Richtlinien adressiert: So legt die internationale Norm DIN EN ISO 14040 die Methode zur Lebenszyklusanalyse fest, die eine wichtige Grundlage für die Erfassung betrieblicher Stoffströme darstellt. Die VDI Richtlinie 4070 *Nachhaltig Wirtschaften* gibt kleinen und mittleren Unternehmen Hilfestellung für die Umsetzung und Überprüfung von nachhaltiger Entwicklung in ihrem Unternehmen anhand ökologischer, ökonomischer und sozialer Indikatoren. Da das

VDI e.V. beruft Richtlinienausschüsse zu Ressourceneffizienz

Thema Ressourceneffizienz als Ganzes aber bislang noch nicht im Zuge von Normungs- und Richtlinienaktivitäten adressiert wird, hat der VDI e.V. Richtlinienausschüsse zu methodischen Grundlagen der Bewertung der Ressourceneffizienz ins Leben gerufen und plant die Herausgabe eines Handbuchs zur Ressourceneffizienz, in dem alle relevanten Richtlinien zusammengefasst sind [VDI 2011].

Um Umweltbelange in die Normung einzubringen, wurden im Oktober 1992 durch eine Vereinbarung zwischen dem Deutschen Institut für Normung e.V. (DIN) und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) die Koordinierungsstelle Umweltschutz (KU) und der Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS) ins Leben gerufen. Das BMU fördert die Normungsarbeit mit rd. 3,5 Mio. Euro jährlich [BMU 2010].

NAGUS bringt Umweltbelange in die Normung ein

Wie innovationsfördernd sind Normen und Richtlinien?

Für technische Regeln (DIN Normen und VDI Richtlinien) gilt, dass sie innovationsfreundlich und dynamisch sind und damit neue technologische Entwicklungen schnell aufgreifen können. In der Praxis wird dies mit einer regelmäßigen Überprüfung und ggf. Überarbeitung durch die Fachgremien sichergestellt. So müssen technische Regeln spätestens alle 5 Jahre überprüft werden, ob sie noch aktuell sind und bei Bedarf überarbeitet werden [VDI 2010]. Dieser Automatismus ist besonders effizient, wenn technische Regeln Teil einer gesetzlichen Regelung bzw. Verordnung sind. Ein Beispiel ist die Einbeziehung von technischen Regeln im Rahmen des Bundesimmissionsschutzgesetzes und der TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft). Dort wird unter Ziff. 5.1.1 und im Anhang 6 in Form eines *dynamischen Verweises* zur Konkretisierung des Standes der Technik auf entsprechende technische Regeln verwiesen. Dynamischer Verweis bedeutet, dass die jeweils neueste Fassung der technischen Regel als Erkenntnisquelle heranzuziehen ist. Dadurch werden die gesetzlichen Anforderungen an die Technik zur Luftreinhaltung zeitnah an den Stand der Technik angepasst, ohne dass der Gesetzgeber dafür die gesetzlichen Vorschriften überarbeiten muss. Die Bedeutung von DIN Normen und VDI Richtlinien wird in Zukunft weiter steigen, da Gesetze – auch im europäischen Rahmen – zunehmend nach dem *New Approach* gestaltet werden, bei dem der Gesetzgeber nur den Rahmen festlegt, während die technische Spezifizierung auf technische Regeln verweist.

Technische Regeln müssen alle 5 Jahre überprüft werden

TA Luft: dynamischer Verweis sichert Anpassung an den Stand der Technik

Dass diese dynamische Wirkung von Normen und Richtlinien nicht nur am Ende der Wertschöpfungskette (bei der Luftreinhaltung), sondern auch ganz am Anfang beim Produktdesign wirken kann, zeigt das Beispiel der Richtlinie VDI 2246 Blatt 1 + 2 *Konstruieren instandhaltungsgerechter technischer Erzeugnisse*: Sie beschreibt, wie durch entsprechendes Design Produkte wie z. B. Automobile reparaturfreundlicher gestaltet werden können. Die Richtlinie wurde vom Dachverband der Versicherer übernommen und die Schadensklassen für

Automobilkonzern übernimmt Richtlinie zur Reparaturfreundlichkeit als Werksnorm

die Teilkasko-Versicherung für nach VDI 2246 konstruierte PKW neu angepasst. Dies führte dazu, dass ein deutscher Automobilkonzern diese VDI-Richtlinie für alle seine Marken konzernweit als Werksnorm übernahm.



Abbildung 8: Eine VDI-Richtlinie zum instandhaltungsgerechten Konstruieren wurde als Bestandteil der internen Werksnorm eines deutschen Autoherstellers übernommen – insbesondere nachdem die Teilkaskoschadensklassen durch die Versicherer entsprechend angepasst wurden. Bildquelle: [iStockphoto.com/leezsnow](https://www.iStockphoto.com/leezsnow).

Internationale Bedeutung von Normen und Richtlinien

Die Verlagerung der Normungsarbeit auf die europäische Ebene hat in Deutschland dazu geführt, dass von den in den letzten Jahren herausgegebenen Normen nur noch rund 10 % ausschließlich national erarbeitet wurden. Die übrigen 90 % kommen aus europäischen bzw. internationalen Normungsorganisationen [BMU 2010]. Insofern stellt die Beteiligung an europäischen und internationalen Normungsprozessen eine zentrale Aufgabe für die an der Normung beteiligten Akteure dar.

Die internationale Verbreitung von Normen und Richtlinien erfolgt über zwei Wege: zum einen durch die Entsendung nationaler Vertreter in europäische und internationale Normungsprozesse. Zum anderen erfolgt die Verbreitung über die Unternehmen selbst: So werden z. B. Normen und Richtlinien häufig als Spezifizierungen für Zulieferverträge herangezogen. Der Anbieter muss dann sicherstellen, dass seine Produkte den in der Norm festgelegten Standards entsprechen. Mit Blick auf die verstärkten internationalen Verflechtungen von Wertschöpfungsketten nimmt damit auch im Bereich der Ressourceneffizienz die Beteiligung an internationalen Normungsprozessen eine zunehmend wichtige Rolle ein.

Nur noch 10 % der
Normen werden
national erarbeitet

Fazit:

Maßnahmen auf freiwilliger Basis – einseitige Selbstverpflichtungen, verbindliche Vereinbarungen und freiwillige Programme – haben eine umstrittene Reputation als Lenkungsinstrument. Gelobt werden sie wegen der höheren Akzeptanz und geringeren Kostenbelastung für die teilnehmenden Marktakteure. Bemängelt werden die Ambitioniertheit der Zielsetzungen und die Glaubwürdigkeit von Ergebnissen. Investitionen und Anpassungshandlungen, die über das *Business-As-Usual*-Szenario hinausgehen, können im Regelfall nicht erwartet werden. Eine 100 %ige Erfüllung kann aufgrund der freiwilligen Teilnahme nicht erreicht werden und wird in der Praxis auch nicht erzielt.

Freiwillige Maßnahmen können jedoch dazu beitragen, dass vorhandene technische Potenziale rentabler Investitionen tatsächlich ausgeschöpft werden und Standards auch international verbreitet werden. Dies gilt insbesondere für *freiwillige Programme* wie z. B. EMAS oder ISO 14000. Angesichts global vernetzter Wertschöpfungsketten und der zunehmenden Bedeutung ressourcenintensiver Industriezweige im Ausland ist dieser Faktor nicht zu unterschätzen, insbesondere wenn in diesen Ländern regulative oder ökonomische Instrumente für mehr Ressourceneffizienz noch keine große Rolle spielen.

Damit *Selbstverpflichtungen* wirksam und glaubwürdig sind, sollten sie unter Einbeziehung weiterer Stakeholder ausgehandelt werden und ihre Einhaltung durch unabhängige Dritte überprüft werden.

Normen und Richtlinien spielen eine zentrale Rolle bei den industriegesteuerten Prozessen, zumal im Zuge neuer Politikansätze immer häufiger auf einen allgemeinen Rechtsrahmen gesetzt wird, der dann durch Normen spezifiziert wird (*New Approach*). Dabei spielen auch für nationale Normsetzungen die international und europäisch ausgehandelten Standards eine immer bedeutendere Rolle.

2.3 Die Kräfte des Markts mobilisieren

„Bessere Instrumente als die ökonomischen... gibt es in aller Regel nicht“ [Ewringmann 2003]. Laut Glossar der OECD⁵ können sie als staatliche Mittel betrachtet werden, die das Verhalten von Produzenten und Konsumenten beeinflussen, indem sie Preisänderungen verursachen.

Ökonomische
Instrumente
verursachen
Preisänderungen

Ob man auf die Preissteuerung durch Abgaben und Subventionen, Mengensteuerung mit Zertifikaten oder Nutzungsrechte setzt – in jedem Fall entscheiden die Marktakteure selbst, wie sie ihre Verhaltensweise in Einklang mit den entsprechenden Anreizen bringen. Die drei Instrumentengruppen Abgaben, Subventionen und Mengensteuerung unterscheiden sich nicht nur in ihrer Reichweite, sondern wirken sich auch unterschiedlich auf die Ressourcenallokation und den öffentlichen

Marktakteure
entscheiden
selbst wie sie sich
verhalten

⁵ <http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=6408>

Haushalt aus [EC 2007]. Dies sollte bei der Instrumentenwahl berücksichtigt werden.

2.3.1 Preissteuerung: Abgaben

Steuern, Gebühren und sonstige Abgaben

Abgaben sollen negative externe Effekte internalisieren

Abgaben gehören zu den klassischen umweltpolitischen Lenkungsinstrumenten. Ziel ist es, die Kosten negativer externer Effekte in die Preise einzubeziehen. Abgaben können an allen möglichen Stellen der Wertschöpfungskette erhoben werden – von der Rohstoffförderung, Bodennutzung und Wasserentnahme über die Produktion und Vertrieb bis zur Nutzung und Entsorgung. Entsprechende Anpassungen in der Produktion oder beim Konsum finden statt, wenn sie günstiger sind als die Entrichtung der Abgabe. Die verursachergerechte Kostenanlastung sorgt für eine potenziell effizientere Ressourcenallokation und gesamtwirtschaftliche Effizienz. Voraussetzung ist, dass gleiche Externalitäten wirtschaftsweit gleich belastet werden.

Abgaben müssen ausreichend hoch sein, um zu wirken

Für die direkte Lenkungswirkung steht die rechtliche Gestaltung – Steuern, Gebühren, Pfandabgaben – grundsätzlich nicht im Vordergrund, solange gewährleistet ist, dass die Abgabe ausreichend hoch ist. Idealerweise sollen im Preis für die Nutzung der Ressourcen sowohl die tatsächlichen Ist-Kosten als auch die externen Kosten enthalten sein. In der Praxis gestaltet sich die Bestimmung der externen Kosten meist schwierig. Aus diesem Grund kommt in der Regel eine Ersatz-Strategie zur Anwendung – der *Standard-Preis-Ansatz*. Ein aus politischer Sicht erwünschter Standard (z. B. die Menge) der Nutzung natürlicher Ressourcen soll durch die preisbedingte Anpassung erreicht werden. Die Preiselastizität von Angebot und Nachfrage spielt in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle. So wurde die irische Plastiktütenabgabe im Jahre 2002 nicht auf der Basis der Berechnung externer Kosten festgelegt, sondern auf einem Niveau, das hoch genug sein sollte, um eine spürbare Verhaltensänderung zu erreichen. Bei ihrer Einführung betrug sie 15 Cent oder etwa 1.500 % der Herstellungskosten und war von den Endverbrauchern zu entrichten [OECD 2006]. Die Nachfrage fiel über Nacht um 90 %, erwartet wurde eine Reduktion um etwa 30 % [Independent 2009].

Preiselastizität spielt eine entscheidende Rolle

Verwendung der staatlichen Einnahmen sollte *Rebound*-Effekte vermeiden

Durch die Erhebung von Abgaben werden allerdings die Mittel aus der privaten in die staatliche bzw. kommunale Konsumsphäre umverteilt. Die Verwendung dieses Aufkommens hat für die gesamtwirtschaftliche Effektivität eine entscheidende Bedeutung. Leiten die politischen Entscheidungsträger die Einnahmen in ressourcenintensivere Verwendungsrichtungen, können signifikante direkte und indirekte *Rebound*-Effekte die Treffsicherheit der Maßnahme erheblich mindern. So wird z. B. das Aufkommen der schweizerischen Schwerverkehrsabgabe für den energieintensiven Straßenbau (z. B. neue

Tunnel) verwendet, was hohe indirekte *Rebound*-Effekte erwarten lässt [Schlegel 2009].

Die Verwendung des Aufkommens ist auch für die Akzeptanz der Maßnahme maßgeblich. Werden die Mittel im Rahmen einer *aufkommensneutralen* Finanzreform umverteilt, muss mit starkem Widerstand gerechnet werden. So ist z. B. die Ausweitung der norwegischen aufkommensneutralen CO₂-Steuer aufgrund des starken Lobbyismus energieintensiver Branchen (Papier, Chemie, Metall und Öl) gescheitert. In ähnlicher Weise führte der Widerstand energieintensiver Industrien dazu, dass die Effektivität der deutschen Ökosteuer durch zahlreiche Ermäßigungen gemindert wurde [Daugbjerg/Svendsen 2002].

Verwendung der staatlichen Einnahmen beeinflusst die Akzeptanz der Abgabe

Alternativ könnte den Betroffenen die Wahl und Möglichkeit eingeräumt werden, durch Anpassungsmaßnahmen die abgegebenen Mittel zurückzugewinnen und die Umverteilungswirkungen somit zu minimieren [Daugbjerg/Svendsen 2002]. *Zweckgebundene* Abgaben, deren Aufkommen für die Förderung von Innovationen und strukturelle Umstellungen bei betroffenen Marktakteuren verwendet werden, können zu einer höheren Akzeptanz beitragen.

Vor der Einführung neuer Abgaben gilt es aber vor allem auch die bestehenden Instrumente auf ihre Wirkung in Bezug auf die Ressourceneffizienz zu analysieren. Die Adressierung kontraproduktiver Steuererleichterungen sowie die Anpassung und Ökologisierung bestehender Steuern sollten Vorrang haben. So bestehen in Deutschland z. B. im Energiebereich zahlreiche direkte und indirekte Steuervergünstigungen, die Ineffizienzen fördern und unnötig hohe Kosten verursachen. Dazu gehören z. B. die Entfernungspauschale (4,4 Mrd. Euro/Jahr), Steuerregelungen zur Dienstwagenbesteuerung (9 Mrd. Euro/Jahr) sowie weitgehende Vergünstigungen für energieintensive Unternehmen [Görlach et al. 2009, UBA 2010].

Prioritär sollte die Wirkung bestehender Steuern überprüft werden

Instrumente am Anfang der Wertschöpfungskette (Upstream-Steuerung)

Abgaben am Anfang von Wertschöpfungsketten können wichtige Preissignale für mehr Effizienz setzen; in den Produktionsprozessen, bei der Entwicklung von Sekundärstoffmärkten und der Substitution knapper durch erneuerbare bzw. innovative (Werk-)Stoffe.

Umfassende Ressourcensteuern kennt die internationale Praxis nicht. China und Vietnam stehen jedoch kurz davor, neue bzw. höhere Rohstoffabgaben einzuführen, um inländische Rohstoffvorkommen zu schonen. In China soll demnächst durch eine wertmäßige Rohstoffsteuer explizit mehr Ressourceneffizienz, Abbau von Überkapazitäten und Anpassungen der Konsummuster in einkommensstarken Gesellschaftsschichten gefördert werden [People Daily 2010].

Ressourcensteuern sollen Rohstoffvorkommen schonen

Einzelne EU-Länder
besteuern
Baurohstoffe

Gegenwärtig setzen lediglich einzelne EU-Länder punktuelle Lenkungsabgaben bei Rohstoffen ein: So werden in Großbritannien, Dänemark, Schweden und Italien ausgewählte Baurohstoffe wie Kies, Sand, Stein und Tonerde besteuert. Explizit werden dabei verschiedene Zielsetzungen verfolgt, beispielsweise die Schonung einheimischer Vorkommen und des Grundwassers in Schweden: Die *Swedish Tax on Natural Gravel* wird auf alle Entnahmen erhoben und belastet somit sowohl den inländischen Verbrauch als auch die Ausfuhr. In Dänemark wird dagegen die Substitution durch alternative bzw. Sekundärrohstoffe angestrebt, der *Danish Raw Materials Tax* unterliegen daher der inländische Verbrauch inklusive der Importe, nicht aber die Exporte [Anderson 2004].

Geringe
Lenkungswirkung

Eine spürbare Lenkungswirkung blieb allerdings in allen untersuchten Ländern wegen der geringen Höhe der Abgabe aus. Großbritannien bildet eine Ausnahme. Dort bewirkte die Einführung von relativ hohen *Aggregate Levies* (etwa 20 % des Marktwerts des jeweiligen Rohstoffs) einen zusätzlichen Sprung bei der Entkopplung des Bauindustrie-Outputs vom Einsatz primärer Rohstoffe. Eine stärkere Wirkung hatte die 1996 eingeführte *Landfill Levy* erzielt, wie in Abbildung 9 gezeigt. Außerdem haben der Rückgang des Straßen- und Massivbaus, die Popularität neuer Baukonzepte wie Glas- und Stahlbau, der Trend zu mehr Sanierung und Renovierung sowie ein höherer Anteil sonstiger Technologien an der Wertschöpfung maßgeblich zur Reduktion der Nachfrage nach Primärbaustoffen beigetragen.

Deponiesteuer im
Bausektor erhöht
Recyclingquote

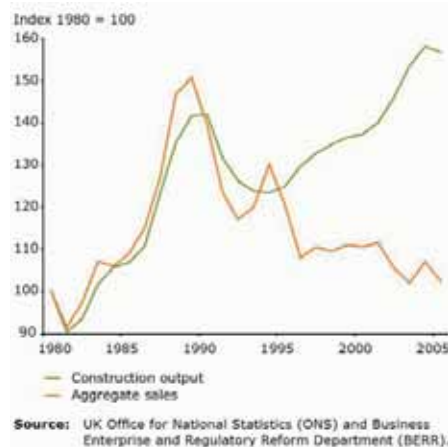


Abbildung 9: Die Einführung der Deponieabgabe 1996 hat sich in Großbritannien als entscheidender Anreiz für mehr Recycling in der Baubranche erwiesen – der absolute Verbrauch von Primärrohstoffen ging rapide nach unten. Die Rohstoffabgabe (2002) hat eine weitere, aber geringere Reduktion bewirkt. Quelle: EEA 2008.

Insgesamt sank die Fördermenge von 262 Mio. Tonnen im Jahre 1990 auf 188 Mio. Tonnen im Jahre 2008 (- 28 %). Der Einsatz wiederverwerteter Baustoffe stieg dagegen von 10 auf 52 Mio. Tonnen oder um 420 %. Im Vergleich zu anderen EU-Ländern schneidet Großbritannien mit einer Recyclingquote von etwa 22 % (2006) relativ gut ab – in Deutschland beträgt diese etwa 8 %⁶.

Die Erfahrungen in Großbritannien zeigten jedoch, dass sich durch die Verteuerung primärer Baustoffe und ihrer Nebenprodukte auch negative Umwelteffekte einstellen können. Seitdem werden dort jetzt bestimmte Substitute (bspw. Schieferton oder Porzellanerde) in größerer Menge und über größere Distanzen befördert [BDS 2009]. In Schweden konnten ebenfalls keine eindeutig positiven Auswirkungen der Kiesabgabe festgestellt werden – die Substitution erfolgte grundsätzlich durch *Crushed Rock*, das dreimal so viel Energie pro Tonne erfordert, wie die Kiesextraktion [EC 2008]. Großbritannien wurde außerdem im Laufe der Zeit von einem Netto-Exporteur von Zementerzeugnissen (u. a. Röhren, Fliesen und Ziegeln) zu einem Netto-Importeur. Die Quellenländer sind hauptsächlich Irland und Kontinentaleuropa, wo im Regelfall keine entsprechenden Abgaben erhoben werden [BDS 2009].

Substitution kann negative Effekte erzeugen

Umweltpolitische Lenkungsabgaben gehen immer mit der Frage der Wettbewerbsfähigkeit einheimischer Unternehmen bzw. Verlagerung ressourcenintensiver Industrien ins Ausland einher. Diese werden in der Regel durch zahlreiche Vergünstigungen geschützt – die OECD hat in ihren Mitgliedsländern bei umweltbezogenen Steuern etwa 1.150 Ausnahmeregelungen sowie mehrere hundert Erstattungsmechanismen gezählt [OECD 2006]. Das mindert die Effektivität des Instrumentariums und verringert den Anreiz und die Wahrscheinlichkeit für einen raschen Strukturwandel.

Zahlreiche Ausnahmeregelungen verringern die Effektivität der Instrumente

Unerwünschte Substitutionseffekte und *Cross-Border-Shopping* weisen darauf hin, dass langfristig breit angelegte und länderübergreifende bzw. EU- oder weltweit harmonisierte Steuern zweckmäßiger sind. So lange eine solche Steuerharmonisierung nicht möglich ist, könnte ein Grenzsteuerausgleich (*Border Tax Adjustment*, BTA) dabei helfen, Wettbewerbsnachteile zu vermeiden ohne die umweltpolitische Zielsetzung der Steuer zu verwässern [Biermann 2003]. Bei solchen Systemen werden Importe äquivalent zu inländischen Produkten belastet, um Wettbewerbsnachteile der inländischen Industrie durch Umweltabgaben im Inland auszugleichen. Alle gleichartigen Güter im Inland sollen gleichen Belastungen ausgesetzt sein (Bestimmungslandprinzip). Bei Exporten wiederum können im Inland gezahlte Abgaben erstattet werden, um auch auf den Auslandsmärkten

Grenzsteuerausgleich adressiert ungleiche Steuersätze

⁶ Berechnungen auf Basis der Jahresstatistik 2006 der *European Aggregates Industry* [UEPG 2006]: <http://www.uepg.eu/index.php?pid=141>

gleiche Wettbewerbsbedingungen zu schaffen, was allerdings die Wirkung der Abgabe für Exportgüter stark abschwächt [UBA 2008].

Grenzen der Upstream-Steuerung

Preiselastizität entscheidet über Wirkung der Upstream-Steuerung

Letztendlich entscheidet die jeweilige Preiselastizität⁷, ob die Preissignale auch beim Endverbraucher ankommen. Ist sie sehr hoch, werden die Unternehmen die *alten* Preise (vor der Besteuerung) auf Kosten ihrer Deckungsbeiträge weitgehend beibehalten. In diesem Fall schafft die Materialinputbesteuerung keine Anreize für Konsumenten, sich für weniger ressourcenintensive Produkte zu entscheiden [Behrens et al. 2005]. Je mehr Akteure in der Wertschöpfungskette miteinander verflochten sind, desto weniger voraussehbar wird das Ergebnis einer Maßnahme: Trotz der Erhöhung der dänischen Insektizidsteuer 1998 auf 54 % des Großhandelspreises, sanken beispielsweise die Preise für Landwirte zwischen 1997 und 2003 um 6 % [PAN Europe 2005].

Instrumente am Ende der Wertschöpfungskette (Downstream-Steuerung)

Downstream-Steuerung strebt eine Änderung der Nachfrage an

Wenn weitgehende Veränderungen bei der Nachfrage angestrebt werden, ist für die optimale Wirkung einer Abgabe entscheidend, dass sie durch ihre Adressaten überhaupt wahrgenommen wird. Manchmal ist die Upstream-Steuerung daher unzureichend – die Produzenten bzw. Importeure haben zum einen keinen direkten Einfluss auf die Kaufentscheidungen der Endverbraucher, dafür können sie aber die Lenkungswirkung über Preismanipulationen signifikant abschwächen. Unter Umständen sind daher Eingriffe direkt bei den Endverbrauchern notwendig.

Anpassungen der Mehrwertsteuer müssen deutliche Preissignale setzen

Eine relativ einfache Möglichkeit stellt die Modifikation der Mehrwertsteuer dar. Das Instrument ist auch deshalb so reizvoll, da zur Steuererhebung schon bestehende Mechanismen herangezogen werden können. Die Vorschläge reichen von der (mittelfristigen) Abschaffung der Mehrwertsteuer auf Dienstleistungen und Verdopplung des entsprechenden Satzes für Produkte [Dosch 2005] bis zur Differenzierung zwischen *umweltfreundlichen* und nicht so nachhaltigen Produkten bzw. Dienstleistungen. Eine differenzierte Mehrwertsteuer sollte jedoch signifikante Unterschiede in der Besteuerung aufweisen, da sonst die Gefahr besteht, dass das Preissignal den Endverbraucher aufgrund von Preisanpassungen bei den Produzenten nicht erreicht. Außerdem sind einmal eingeführte Steuersätze nur schwer wieder zurückzuführen.

Das entsprechende Preissignal muss für den Verbraucher klar und spürbar sein. In bestimmten Fällen muss eine Abgabe relativ zum Kaufpreis extrem hoch sein, um von den Verbrauchern wahrgenommen

⁷ Die Preiselastizität der Nachfrage gibt an, wie stark die Nachfrage nach einem Produkt/Materialinput auf eine Preisänderung reagiert.

zu werden. Daher wurde die irische Plastiktüten-Steuer nicht bei den Herstellern erhoben. Die Einzelhändler wurden dazu verpflichtet, die Steuer bei den Käufern einzufordern und den entsprechenden Betrag explizit auf der Quittung auszuweisen [OECD 2006].

Lenkungsabgaben können die Wirkung von Nutzungsgebühren verstärken. In Singapur wird bspw. ein optimierter Instrumenten-Mix eingesetzt, mit dem die Schonung des knappen Trinkwassers angestrebt wird. Dabei werden auch die sozialen Auswirkungen der höheren Belastung adressiert: für den Verbrauch über die monatliche Grundmenge von 40 Kubikmeter Wasser hinaus gelten sowohl wesentlich höhere Wassergebühren als auch eine *Water Conservation Tax* [Economist 2010].

Water Conservation Tax in Singapur

Recycling und Entsorgung

Einige Länder setzen starke Preissignale für die Nutzung des Bodens als Senke für kommunale und privatwirtschaftliche Abfälle. Diese zeigen ihre Wirkung. Beispielsweise ist der Anteil des deponierten Abfalls in den Niederlanden (Deponieabgabe 107,49 Euro pro Tonne) mit lediglich 3 % weit geringer als in Portugal – wo die Deponieabgabe von 3,5 Euro pro Tonne einen Deponierungsanteil von 63 % zur Folge hat.⁸

Hohe Deponieabgaben reduzieren deponierten Abfall

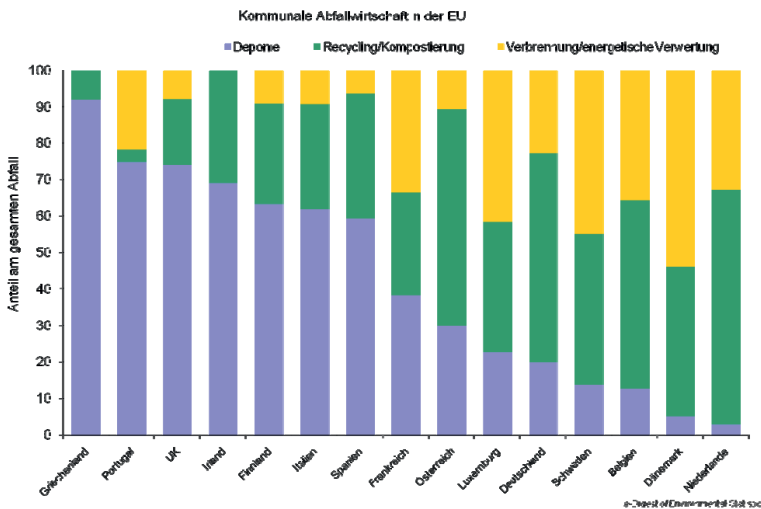


Abbildung 10: Die Unterschiede im Anteil der deponierten und wiederverwerteten Abfälle zwischen den Niederlanden und Portugal werden deutlich.⁹ Quelle: verändert nach DEFRA 2006.

⁸ In Deutschland beträgt der Deponierungsanteil 1%. Es besteht ein Deponierungsverbot für unbehandelte Abfälle.

⁹ Etwas andere Werte bei http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/8-09032009-BP/DE/8-09032009-BP-DE.PDF. S. 2.

Abgaben können zu unerwünschter Allokation des Abfalls führen

Eine Abgabenhierarchie für unterschiedliche Verwertungsarten – stoffliche und thermische – besteht gegenwärtig in mehreren skandinavischen Ländern. Die *Incineration Tax* betrug in Dänemark (wo außerdem ein Verbot für die Deponierung verbrennbarer Abfälle gilt) etwa 38 Euro pro Tonne (im Vergleich zur Deponieabgabe von 63 Euro pro Tonne). Solche Abgaben sollen aber demnächst wegen ihrer unerwünschten Allokationswirkung abgeschafft werden – Müllverbrennung wird aus Kostengründen in die Nachbarländer verlagert, die einheimischen Anlagen werden nicht ausgelastet. Nachdem Norwegen die Abschaffung angekündigt hatte, hat Schweden die gleiche Entscheidung getroffen [WtERT 2010].

Gebühren sollten die tatsächliche Nutzung erfassen. Flat-Rates sollten vermieden werden

In Deutschland gilt für die Gebührenerhebung auf kommunaler Ebene gilt das Äquivalenzprinzip und somit auch ein Kostenüberschreitungsverbot. Das bedeutet, dass nur die tatsächlich anfallenden Kosten in die Gebühren einfließen dürfen [NRW 2004]. Externe Kosten wirtschaftlicher bzw. privater Aktivitäten können also grundsätzlich nicht einbezogen werden. Eine gerechte Kostenanlastung kann jedoch auf die *tatsächliche Nutzung* der Ressource, Senke bzw. auch Infrastruktur abzielen. Solche leistungsabhängigen Abgaben fördern im Gegensatz zu Pauschalen (*Flatrates*) Minimierung statt Maximierung des Ver- oder Gebrauchs. Gewichts- oder volumenabhängige Abfallgebühren auf der Haushaltsebene nach dem *Pay-As-You-Throw*-Prinzip wurden beispielsweise in einigen U.S.-Gemeinden implementiert. Nach Einschätzungen der Environmental Protection Agency (EPA) hat sich das Abfallvolumen um etwa 14 - 27 % verringert, während sich die Recyclingquoten um 32 - 59 % erhöht haben [Napolitano et al. 2007].

Im Bereich der Abwassergebühren sind ähnliche Entwicklungen zu beobachten. Statt einer Gebühr, die sich pauschal am Frischwasserverbrauch orientiert, erheben immer mehr Kommunen in Deutschland *gesplittete* Abwassergebühren. Diese beziehen neben dem Frischwasserverbrauch auch die Abwässer durch Niederschläge auf versiegelten Flächen mit ein. Verlierer einer solchen Abgabe sind etwa Logistikbetriebe mit großen versiegelten Flächen, aber auch bspw. bestimmte öffentliche Einrichtungen (z. B. Schulen). Die Lenkungswirkung besteht letztendlich darin, die Flächen zu entsiegeln bzw. Regenwasser zu sammeln und anstelle des Trinkwassers (z. B. für technische Zwecke) zu nutzen [Bremen 2008].

Neue Einsatzbereiche für Pfandabgaben?

Pfand sollte in Indonesien Wiederaufforstung fördern

Sehr interessante, manchmal unerwartete Anwendungsmöglichkeiten bieten rückzahlbare Abgaben bzw. Pfandabgaben. In Indonesien wurde z. B. zeitweise ein Pfand bei forstwirtschaftlichen Betrieben für abzuholende Waldflächen erhoben, das nach der Wiederaufforstung zurückbezahlt wurde. Aufgrund der vorherrschenden Korruption war das Instrument allerdings nicht besonders effektiv [REDD 2010].

In der Praxis werden Pfandabgaben hauptsächlich eingesetzt, um Anreize für die Rückführung bestimmter (manchmal umweltschädlicher) Güter bzw. Stoffe zu schaffen, um bspw. deren nicht ordnungsgemäße Entsorgung zu verhindern. In mehreren europäischen Ländern und den USA haben sich Pfandabgaben auf Verpackungen als erfolgreich erwiesen. Eine wichtige Voraussetzung ist jedoch, dass die Einnahmen nicht dem Hersteller oder sonstigen Marktakteuren, die die Güter in den Verkehr bringen, zugutekommen. Dadurch würden (bei geringen Abgabesätzen) eine zusätzliche Einnahmequelle und somit auch perverse Anreize geschaffen [Calcott/Walls 2005].

Pfandabgaben haben sich bei Verpackungen und Altfahrzeugen bewährt

Angesichts des Erfolgs von Pfandsystemen auf der Verbraucherebene wurde die Einführung eines Pfands auf elektrische bzw. elektronische Geräte diskutiert.

Nächster Schritt:
Pfand auf E-Geräte?

Ein Pfand könnte die Verbraucher dazu motivieren, die Altgeräte ordnungsgemäß an die Hersteller bzw. zertifizierten Recycling-Betriebe zurückzugeben. Für die Endverbraucher entstehen auch unter solchen Bedingungen Kosten – sei es Transaktionskosten, Transportkosten oder auch Zeitaufwand, der mit dem Zurückbringen des Elektrogeräts verbunden sind [Forslind 2003].

Ein etwas anderer Ansatz wurde bis 2003 in Südkorea verfolgt: Die Pfandabgaben wurden von Herstellern und Importeuren für eine Reihe von Produkten entrichtet. Die Einnahmen wurden in einem Fonds verwaltet und dann zurückerstattet, wenn die individuellen Sammlungs- und Recyclingquoten erfüllt wurden. Dadurch werden für die Hersteller explizite ökonomische Anreize geschaffen, nicht nur in die Sammlung von Altgeräten, sondern auch in besseres Produktdesign und effektive Recyclingtechnologien zu investieren. Das Pfand war jedoch zu gering und daher nicht wirksam – für die Betroffenen war die Zahlung der Abgabe günstiger, als Investitionen in Sammlungs- und Recyclinganlagen [Soo-cheol Lee/Sung-in Na 2010].

Fonds für Pfandabgaben als Anreiz für besseres Produktdesign und Recycling

Grenzen der Lenkungswirkung von Abgaben

Lenkungsabgaben sind keine unproblematischen Instrumente. Neben der häufig mangelhaften Akzeptanz gibt es insbesondere aus rechtlicher Sicht eine Reihe von Hürden.

Bei den *Lenkungssteuern* besteht ein grundlegender Konflikt zwischen der Aufkommensfunktion und dem Lenkungsbeitrag. Eine Steuer dient der Erzielung öffentlicher Einnahmen und muss daher dauerhaft ergiebig sein. In der Tat kann mit Umweltabgaben nur dann eine maßgebliche Lenkungswirkung erzielt werden, wenn diese auch hoch genug ist. Die deutsche Ökosteuer hat z. B. mit zusätzlichen 18 Cent/Liter auf die Mineralölsteuer zwischen 1995 und 2006 einen jährlichen Rückgang des Kraftstoffverbrauchs um 0,3 % bewirkt [Ludewig et al. 2010]. *Zweckgebundene Abgaben* könnten zwar eine weitergehende Lenkungswirkung entfalten, sind jedoch nach deutscher Rechtsprechung

Konflikt zwischen Aufkommensfunktion und Lenkungsbeitrag

nur unter sehr engen Voraussetzungen möglich. Unter anderem müssen die Abgaben zwingend der Finanzierung einer bestimmten Aufgabe dienen, die eine besondere Sachnähe zu dem Kreis der Betroffenen hat: So finanziert die Abwasserabgabe Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der Gewässergüte [Öko-Institut 2009]. Eine solche sachnahe Aufgabe zu finden, die das Bundesverfassungsgericht akzeptieren würde, ist nicht immer einfach.

Lenkungsabgaben dürfen keine *erdrosselnde* Wirkung entfalten

Eine Lenkungsabgabe darf – zumindest nach deutscher Rechtsprechung – darüber hinaus keine prohibitive bzw. *erdrosselnde* Wirkung entfalten. Eine legitime Tätigkeit bzw. Berufsausübung darf durch die Einführung der Abgabe grundsätzlich nicht unwirtschaftlich gemacht werden. So wäre eine für Nordrhein-Westfalen geforderte Rohstoffabgabe auf Kies und Sand in Höhe von 1 Euro pro Tonne nach Aussagen des Wirtschaftsverbands der Baustoffindustrie für die lokale Industrie untragbar. Diese Abgabe würde 20 % des Verkaufspreises ausmachen, was die Unternehmen am Markt nicht durchsetzen könnten [Der Westen 2010].

Wettbewerbsverzerrungen müssen vermieden werden

Ebenfalls dürfen durch die Erhebung einer Abgabe keine Wettbewerbsverzerrungen auftreten, wie z. B. Benachteiligung der Getränkeimporteure durch eine Einwegverpackungsabgabe [Öko-Institut 2009]. Aufgrund von hohen Transportkosten für die Mehrwegverpackungen würden diese im Gegensatz zu einheimischen Abfüllern Kostennachteile erleiden¹⁰ [EUROPEN 2007].

Für die Regulierung schädlicher Stoffe ist das Ordnungsrecht vorzuziehen

Für die Regulierung der Nutzung besonders für die Umwelt bzw. menschliche Gesundheit schädlicher Stoffe sind Abgaben meistens wenig geeignet, da sie den Verursachern einen zu großen Handlungsspielraum gewähren [Bach 2009]. In solchen Fällen ist das Ordnungsrecht vorzuziehen (siehe Kapitel 2.4).

Fazit

Lenkungsabgaben sind ein wichtiges Instrument, wenn es um die Preiswahrheit auf den Ressourcen- und Gütermärkten geht. Durch Abgaben können entscheidende Impulse für die Ausschöpfung technischer und technologischer Effizienzpotenziale, Anpassungen von Konsum- und Investitionsmustern, mehr Wettbewerbsfähigkeit für innovative Technologien, alternative Materialien und erneuerbare Energiequellen geschaffen werden.

Die Lenkungswirkung von Abgaben erfolgt auf zwei Arten. Zum einen soll über den Preis eine Anpassung des Verhaltens bewirkt werden. Dabei gilt es besonders die Elastizität der Nachfrage zu beachten. Der wirkliche Lenkungseffekt tritt dann ein, wenn die Abgabe hoch genug ist, um die

¹⁰ Allerdings kann mit Verweis auf potenzielle Wettbewerbsverzerrung oder Einschränkung des Warenverkehrs durchaus nicht jede Auflage oder Abgabe kritisiert werden, da das EU-Recht z. B. auf die Umweltkompetenz gestützte Einschränkungen ausdrücklich zulässt.

gewünschte Verhaltensänderung auszulösen. Zum anderen werden mit den Abgaben Einnahmen erzielt. Im Idealfall sollte dieses Geld so eingesetzt werden, dass keine zusätzlichen Ressourcen verbraucht werden.

Versuchen Akteure den Abgaben durch grenzüberschreitende Transaktionen auszuweichen (z. B. Produktionsverlagerungen, Tanktourismus), kann ein Grenzausgleich (*Border Tax Adjustment*, BTA) dabei helfen, Wettbewerbsnachteile zu vermeiden ohne die umweltpolitische Zielsetzung der Steuer zu verwässern. Langfristig sollte jedoch eine EU-weite bzw. internationale Harmonisierung von Umweltabgaben angestrebt werden.

2.3.2 Preissteuerung: Subventionen

Direkte finanzielle Anreize in Form von Zuwendungen, Steuervergünstigungen und Festpreisen

Negative Effekte wirtschaftlicher und privater Aktivitäten können zwar durch (Lenkungs-)Abgaben internalisiert werden, allerdings können dadurch nicht alle möglichen Ursachen eines Marktversagens adressiert werden.

Das gilt insbesondere für öffentliche Güter und positive externe Effekte. So bleiben ökologische Leistungen wegen fehlender Vergütung im Nutzungswettbewerb wirtschaftlich unattraktiv oder risikobehaftete Investitionen in die Forschung und Entwicklung innovativer Technologien bzw. Produkte unterbleiben. Während die Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovationen bereits zu den Prioritäten staatlicher Ausgabenpolitik gehört, steht die Vergütung ökologischer Leistungen noch am Anfang.

Positive externe Effekte und öffentliche Güter sollten berücksichtigt werden

Informations- und Akzeptanzdefizite, verfestigte Konsummuster, hohe Anfangsinvestitionen (*Affordability*-Problem), *kurzsichtige* Verbraucher (Myopie) und nicht zuletzt gesplittete Anreize (z. B. Mieter-Vermieter-Dilemma) erweisen sich häufig als erhebliche Hemmnisse für die Marktdurchdringung innovativer und/oder ressourcenschonender Produkte und Dienstleistungen. Die Adressierung dieser Problembereiche durch positive ökonomische Anreize kann die Lernfähigkeit und Innovationsfreudigkeit wirtschaftlicher Akteure verbessern.

Positive ökonomische Anreize können die Lernfähigkeit und Innovationsfreudigkeit wirtschaftlicher Akteure verbessern

Unter Subvention werden gegenwärtig nicht nur direkte Finanzhilfen und steuerliche Vergünstigungen verstanden. Abbildung 11 zeigt, wie sich der Subventionsbegriff beständig ausweitet [OECD 2010]:

Erweiterter Subventionsbegriff

1. Direkte Zuschüsse und steuerliche Vergünstigungen
2. Festpreise (über Marktpreise) und Markteinführungshilfen
3. Unzureichende Abschöpfung von Rohstoffrenten
4. Nichtinternalisierte externe Kosten

Subventionen werden zum Teil auch direkt von der Gesellschaft getragen (*Social Subsidies*)

Viele dieser Subventionen werden nicht wie bei *klassischen* Subventionen aus Regierungshaushalten bezahlt, sondern von der Gesellschaft getragen (*Social Subsidies*). In diesen Bereich fällt auch die kostenlose Zuteilung von CO₂-Zertifikaten, die der europäischen Industrie noch bis 2013 zusätzliche Einnahmen in Milliardenhöhe ermöglicht¹¹.

Im Fokus dieses Abschnitts stehen direkte finanzielle Anreize in Form von Zuwendungen, Steuervergünstigungen und Festpreisen.



Abbildung 11. Die Definition von Subventionen weitet sich aus. Quelle: verändert nach OECD 2010.

Inanspruchnahme einer Subvention ist freiwillig

Adressaten müssen informiert werden

Transaktionskosten, Verlässlichkeit und Stabilität sind wichtige Faktoren

Im Gegensatz zum Instrument der Abgabe, deren Entrichtung für die Betroffenen obligatorisch ist, ist die Inanspruchnahme einer offenen Subvention freiwillig. Eine Verhaltensänderung unterliegt somit der Entscheidungsfreiheit der Umweltakteure [Rogall 2008]. Um eine Inanspruchnahme der Förderung zu sichern, muss diese daher zum einen *merkbar* sein: der potenzielle Preisvorteil bzw. die Renditeerhöhung soll für die Adressaten attraktiv sein (Preiselastizitäten beachten). Zum anderen muss sichergestellt werden, dass die adressierten Zielgruppen die Informationen über die Förderung auch erhalten. Wer nichts von der Förderung weiß, kann sie auch nicht beantragen [Interface 2008].

Die *Transaktionskosten* einer Förderung sollen auch möglichst gering gehalten werden, damit sie für die Adressaten attraktiv bleibt. Geht es außerdem nicht um eine einmalige, sondern langfristig angelegte Fördermaßnahme – bspw. Einspeisevergütungen oder laufende Steuervergünstigungen – sind die *Verlässlichkeit* und *Stabilität* (die

¹¹ Ab 2013 soll ein Teil der Zertifikate in Auktionen versteigert werden, sodass die Einnahmen von den Unternehmen auf den EU-Haushalt übergehen [EU 2011].

Regelungen bzw. Fördersätze dürfen nicht unerwartet geändert werden) ein sehr wichtiger Faktor für die Investitionsentscheidungen der Adressaten [EC 2003].

Eine unkomplizierte, großzügige, rechtzeitig kommunizierte Förderung kann in der Tat viel bewegen [Interface 2008]. Subventionen sind aber keinesfalls unproblematisch. Zum einen gehen sie in der Regel mit hohen Mitnahmeeffekten einher – Fördermittel werden von den Wirtschaftsakteuren in Anspruch genommen, die auch ohne Förderung ein Gut gekauft bzw. eine Investition durchgeführt hätten [Interface 2008, Rogall 2008]. Die Höhe des Förderbetrags muss sorgfältig berechnet werden. Ist der finanzielle Beitrag zu niedrig, werden hauptsächlich Mitnahmeeffekte erzeugt. Ist er dagegen hoch, wird die Reichweite der Förderung zwar größer, dafür aber steigt die Haushaltsbelastung [Interface 2008]. Außerdem sollten auch die potenziellen *Rebound*-Effekte einer Fördermaßnahme genau analysiert werden – mehr Kaufkraft kann sich unter Umständen als kontraproduktiv erweisen. Diese Aspekte können sowohl die ökonomische Effizienz als auch die Treffsicherheit einer Subvention deutlich verringern.

Subventionen erzeugen in der Regel hohe Mitnahmeeffekte

Wegen meist knapper Haushaltsmittel sollten die exakten Ursachen des Marktversagens analysiert werden und entsprechende Anforderungen mit der Förderung verknüpfen. Neben der Höhe des finanziellen Beitrags ist vor allem auch die transportierte Botschaft von entscheidender Bedeutung [Interface 2008].

Förderbedingungen sollen Haushaltsbelastung vermindern

Im Gegensatz zu Abgaben entsprechen Subventionen nicht dem Verursacher-, sondern dem Gemeinlastprinzip. Demnach werden die Kosten der Förderung durch die Steuerzahler (wenn es um staatliche Finanzhilfen geht) oder direkt durch die Verbraucher getragen. Z. B. wird die Einspeisevergütung für Solarstrom in Deutschland durch einen Aufschlag auf den Strompreis finanziert.

Gemeinlast- statt Verursacherprinzip

Kontraproduktive Subventionen abschaffen

In der Summe werden derzeit hauptsächlich ressourcenintensive Produktions- und Konsummuster gefördert. Beispielsweise übersteigen die Finanzhilfen und steuerlichen Vergünstigungen für den Abbau, die Produktion und den Verbrauch fossiler Energieträger die Förderung von erneuerbaren Energien bei weitem. So wurden nach Angaben der International Energy Agency (IEA) im Jahr 2009 weltweit fossile Energieträger mit ca. 312 Mrd. USD gefördert. Im gleichen Jahr kamen erneuerbare Energien gerade einmal auf 57 Mrd. USD. Zwar könnte laut IEA die Förderung für die erneuerbaren Energien bis 2035 bis auf 200 Mrd. USD ansteigen, läge damit aber immer noch deutlich unter dem heutigen Betrag für fossile Energieträger [VDI nachrichten 12.11.2010].

Subventionen fördern derzeit primär ressourcenintensive Produktions- und Konsummuster

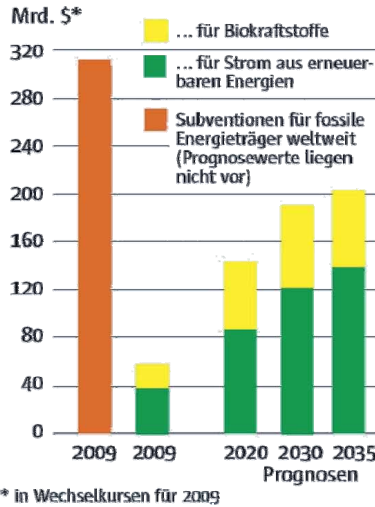


Abbildung 12: Förderung fossiler und erneuerbarer Energieträger weltweit. Quelle: VDI nachrichten 12.11.2010.

Negative Folgen der hohen Subventionen für fossile Energieträger

Gigantische Energieverschwendung durch weggeworfene Lebensmittel

Energiesubventionen verhindern Recycling

Effizienzpotenziale werden nicht ausgeschöpft

Die hohen Subventionen für fossile Energieträger haben weitgehende Verzerrungen bei der Allokation natürlicher Ressourcen zur Folge. Sie fördern Investitionen in die Ausbeutung immer schwerer erreichbarer und umweltbelastender Rohstoffvorkommen, aber auch die Verbreitung besonders ressourcenintensiver, ineffizienter Siedlungs- und Mobilitätskonzepte sowie – nicht zuletzt – den verschwenderischen Umgang mit Ressourcen im Alltag. Für die Produktion der in den USA jährlich weggeworfenen Lebensmittel wird eine Energiemenge von etwa 2.150 Billionen Kilojoule benötigt. Das übersteigt sämtliche potenziellen Energieersparnisse durch gängige Energieeffizienzmaßnahmen in den USA. Diese Daten basieren auf Einschätzungen aus dem Jahr 1995. Da die Lebensmittel seitdem noch günstiger geworden sind, wird damit gerechnet, dass die Abfallmengen weiter angestiegen sind [New Scientist 2010].

Billige Energie begünstigt außerdem die Gewinnung und Verarbeitung von Primärrohstoffen, sodass arbeitsintensives Sammeln, die Demontage und das Recycling wirtschaftlich unattraktiv bleiben. Der negative Einfluss von Energiesubventionen auf die (damals schon relativ erfolgreiche) Aluminium-Recycling-Industrie war noch Ende der 1990er spürbar [Koplow 1994].

Solche kontraproduktive Anreize führen unter anderem dazu, dass die Potenziale effizienterer Verarbeitungstechnologien und Produktgestaltung (z. B. *Design for Recycling* bzw. *Design for Reuse*) weitgehend nicht ausgeschöpft werden. Mangelhafte Nachfrage für Sekundärrohstoffe verhindert die Entwicklung einer effektiven wettbewerbsfähigen Recyclingindustrie und die proaktive Rückführung wertvoller Ressourcen in den Wirtschaftskreislauf – bspw. ist die

manuelle Demontage elektronischer Altgeräte häufig immer noch unwirtschaftlich [Roßnagel 2009]. So werden bis heute Berge von gesammelten Kunststoffabfällen und Elektroschrott in Entwicklungsländer transportiert oder thermisch verwertet.

Die Abschaffung kontraproduktiver Subventionen sollte daher der erste Schritt bei der Förderung des schonenden Umgangs mit natürlichen Ressourcen sein. Beispielsweise schätzt die International Energy Agency (IEA), dass eine Abschaffung der Subventionierung fossiler Energieträger den weltweiten Verbrauch bis zum Jahre 2020 um etwa 850 Mio. Tonnen (gemessen in Öläquivalenten) senken würde, was dem Konsum von Japan, Australien, Neuseeland und Südkorea entspricht [FT 2010]. Nach OECD-Angaben würde alleine die weltweite Abschaffung von Subventionen für die Produktion und den Verbrauch fossiler Energietreibstoffe zu einem Treibhausgasausstoß führen, der um 10 % unter dem *Business-As-Usual*-Szenario liegt [OECD 2010a].

Abschaffung
kontraproduktiver
Vergünstigungen –
erster Schritt für
mehr
Ressourceneffizienz

Das Affordability-Problem adressieren

Der Verbreitung neuer energie- bzw. ressourceneffizienter Produkte steht häufig das *Affordability*-Problem im Weg. Hohe Investitionskosten und lange Amortisationszeiten können dazu führen, dass die Nachfrage nach besonders effizienten und hochwertigen Gütern stagniert [Kosonen/Nicodème 2009].

Affordability-
Problem lähmt
Nachfrage

Vergünstigungen auf der Herstellerebene sind oft nur die zweitbeste Lösung. Eine Studie im Auftrag der Europäischen Kommission zeigte, dass die Hersteller die Anreize nicht zwangsläufig in vollem Umfang an die Verbraucher weitergeben [Bio Intelligence Service et al. 2008]. Das kann teure Folgen haben. In Italien bzw. Polen entstanden durch Herstelleranreize für effizientere Waschmaschinen CO₂-Vermeidungskosten von 650 Euro/t bzw. 234 Euro/t. Im Gegensatz dazu konnten durch Vergünstigungen bei den Verbrauchern in einigen Fällen sogar negative Vermeidungskosten erzielt werden.¹² Das heißt, trotz der Zuschüsse war die CO₂-Einsparung gesamtwirtschaftlich profitabel [Bio Intelligence Service et al. 2008].

Hersteller geben
Anreize
unvollständig an
Verbraucher weiter

Bei breit angelegten Förderprogrammen in den Industrieländern mit hoher Kaufkraft werden allerdings hohe Mitnahmeeffekte verzeichnet. Befragungen in den Niederlanden zeigten, dass für 84 % aller Käufer der Zuschuss für energieeffiziente Haushaltsgeräte kein wesentlicher Faktor bei der Kaufentscheidung war [Bio Intelligence Service et al. 2008]. Das gilt insbesondere für den Kauf hochwertiger Investitionsgüter bzw. Gebrauchsgüter [Interface 2008]. Mindestanforderungen an den Bezug der Förderung können die Fördermittel den Adressaten zugutekommen lassen, die sie in der Tat benötigen.

Erhebliche
Mitnahmeeffekte in
Ländern mit hoher
Kaufkraft

¹² D. h. geringere Emissionen und geringere Kosten.

Affordability-
Problem bei
Niedrigeinkommens-
haushalten

So können Niedrigeinkommenshaushalte einerseits besonders von breitwirkenden Lenkungsabgaben wie Energiesteuern betroffen sein. Andererseits können sie sich die Investitionen in energiesparende Elektrogeräte bzw. bessere Wärmedämmung häufig nicht leisten. Fördermaßnahmen für Effizienz anstelle von pauschalen Heizkostenzuschüssen können sowohl für die Ressourceneinsparung als auch für die Wohlfahrt eines Haushalts einen erheblichen Beitrag leisten. Mit einem Pilotprojekt in Berlin und Freiburg konnte das bestätigt werden. Im Rahmen eines betreuten Energie-Effizienz-Programms wurde den Haushalten ein kostenloser Energie-Audit mit einem Soforthilfepaket angeboten – Austausch von Glühbirnen, Einbau von schaltbaren Steckerleisten, Maßnahmen zum Wassersparen sowie Zeitschaltuhren zur Reduktion der Verluste bei der Heißwasseraufbereitung. Geprüft wurde auch das Energieersparnispotenzial vorhandener Geräte – betrug dieses über 200 kWh pro Jahr, hatte der Haushalt Anspruch auf einen Zuschuss in Höhe von 200 Euro für den Erwerb eines hocheffizienten Kühlschranks (A++) und ggf. einen Mikrokredit zur Finanzierung des Restbetrags. Mit diesem Programm konnten pro Haushalt 18 % Energie zu Kosten von weniger als 7 Cent/kWh eingespart werden. Die durchschnittlichen Ersparnisse betragen 840 Euro und 3,7 tCO₂ pro Haushalt [Seifried et al. 2009].

Umfangreiches
Förderprogramm für
vulnerable
Haushalte (Pilot-
Projekt in
Deutschland)

Ertragssynchrone
Finanzierungs-
konzepte (*Pay-As-
You-Save*)

Bei gesplitteten Anreizen – Mieter-Vermieter-Dilemma oder Eigentum-Transfer-Problem – können ökonomische Anreize für Gebäudeeigentümer eine mögliche Lösung darstellen, insbesondere wenn die Mehrkosten an die Mieter bzw. Nachfolger nicht oder nur mit hoher Unsicherheit weitergegeben werden können. Ob dies immer zweckmäßig ist, ist fraglich. Dagegen haben ertragssynchrone Finanzierungskonzepte wie bspw. das Pilot-Projekt *Pay-As-You-Save* (PAYS) in Großbritannien das Potenzial, die angesprochenen Hemmnisse zu adressieren. Dieses Projekt sieht zusätzlich die Verknüpfung der Finanzierung mit dem Gebäude bzw. der Wohnung selbst vor; also nicht mit dem konkreten Eigentümer. Die Funktionsweise des Schemas ist einfach. Für die Installation einer 4.200 GBP teuren Solaranlage erwartet man etwa 500 GBP pro Jahr durch Ersparnisse und finanzielle Zuschüsse. Für einen *Pay-As-You-Save* Kredit über 25 Jahre zur Deckung der Installationskosten würde man 330 GBP pro Jahr zahlen. In der Summe spart man also etwa 170 GBP pro Jahr [Guardian 2010]. Da sowohl Ersparnisse als auch Ratenzahlungen bei dem jeweiligen Nutzer der Immobilie anfallen, können mehrere Investitionshemmnisse gleichzeitig adressiert werden. Explizit kann dadurch die *finanziell schwächere Mieterschaft*, entlastet werden [Baur et al. 2009].

Forschende und innovative Unternehmen fördern

Die Ausschöpfung vorhandener technischer und technologischer Potenziale leistet einen wichtigen Beitrag zur Ressourceneffizienz. Benötigt werden aber auch radikale Innovationen, um spürbare Fortschritte zu erzielen. Dabei geht es nicht nur um technologische, sondern auch um soziale und institutionelle Innovationen – dazu gehören neue Verfahren und Produkte, neue Materialien und Energiequellen sowie neue Konsum- und Geschäftsmodelle. Zusammenfassen lässt sich dies unter dem Begriff Eco-Innovation. Darunter werden die Innovationen verstanden, die dazu dienen, den anthropogenen Druck auf die natürlichen Ressourcen zu mindern oder zu verhindern, Schaden zu beheben und Umweltgefahren zu diagnostizieren und zu überwachen [EC 2009].

Förderung technologischer, sozialer und institutioneller Innovationen

Forschung, Entwicklung und Markteinführung von Innovationen sind häufig hochriskante Projekte – neben dem technologischen Risiko besteht auch ein erhebliches Marktrisiko. Finanzierungshemmnisse, insbesondere der erschwerte Zugang zum Fremdkapital sind für kleinere bzw. junge Unternehmen typisch [EIB 2009]. Noch vor kurzem waren etwa 95 % der europäischen Eco-Innovation Projekte für eine VC- oder Mezzanine-Finanzierung ungeeignet [Van Ermen 2008].

Finanzierungshemmnisse für Öko-Innovationen

Um diese Hemmnisse zu beseitigen gibt es verschiedene Möglichkeiten: Zum einen gilt es, *Business-Angel*-Netzwerke und *Venture-Capital*-Finanzierung, die den innovativen Unternehmen in frühen Phasen das notwendige Kapital bereitstellen, zu fördern und zu entwickeln. Zum anderen sollte sich die Politik an der Finanzierung von innovativen Projekten – durch direkte Projekt- bzw. Verbundförderung beteiligen.

Direkte Projekt- bzw. Verbundförderung

Ein positiver Nebeneffekt der Projektförderung ist die Tatsache, dass geförderte Unternehmen häufig bessere Chancen für die Kapitalbeschaffung bei den nicht-öffentlichen Kapitalgebern haben [EIB 2009], da der Staat durch seinen finanziellen Beitrag die Qualität neuer Technologien unterstreicht [Interface 2008].

Die indirekte steuerliche Förderung hat naturgemäß eine große Reichweite und ist mit geringen bürokratischen Hemmnissen verknüpft [EC 2003]. Die steuerlichen Vergünstigungen können von jedem Steuerpflichtigen in Anspruch genommen werden, solange der förderwürdige Tatbestand vorliegt. Freibeträge und steuerliche Vergünstigungen für FuE-Aktivitäten können jedoch auch zu hohen Mitnahmeeffekten führen und den Strukturwandel verlangsamen.

Indirekte steuerliche Förderung führt zu Mitnahmeeffekten

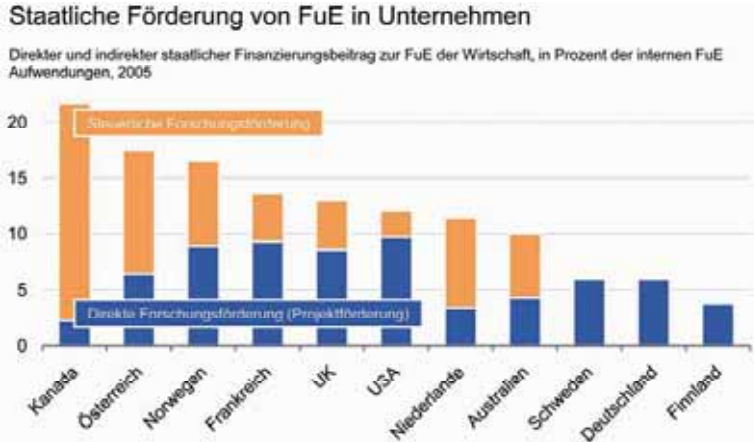


Abbildung 13: Je nach Land unterscheidet sich der Anteil direkter und indirekter Fördermittel an den internen FuE-Ausgaben. Quelle: VCI 2011.

Das österreichische Wirtschaftsministerium setzt daher bei der Unterstützung des Strukturwandels auf direkte Förderung. Zur Förderung von Öko-Innovationen und *Venture Capital* sollen 20 Mio. Euro freigegeben werden und Investitionen von 200 Mio. Euro auslösen [Der Standard 2010]. Abbildung 13 zeigt wie FuE im Jahr 2009 in verschiedenen Ländern gefördert wurde. Deutschland gehört zu den wenigen Ländern, die keine explizite steuerliche Förderung betreiben.

Markteinführungshilfen

Neue Technologien und Produkte sind nicht unbedingt sofort wettbewerbsfähig. Skalen- und Lernkurveneffekte können dafür sorgen, dass sich die entsprechenden Herstellungskosten auf ein wettbewerbsfähiges Niveau reduzieren. Ein bewährtes Instrument, das in Deutschland seinen Ursprung hatte, sind Einspeisevergütungen (Festpreise) für Strom aus erneuerbaren Energien. Die entstehenden Kosten werden auf den Strompreis umgelegt und belasten im Gegensatz zu direkten Subventionen den Staatshaushalt nicht in direkter Form.

Eine zu großzügige Förderung kann jedoch zu erheblichen Problemen führen. So hat sich in Spanien nach der Erhöhung der Einspeisevergütung für Strom aus PV-Anlagen im Jahre 2007 der Umfang der Installationen sprunghaft erhöht. Die stark gestiegene Nachfrage führte zu einer erheblichen Belastung für die staatlich geführte Stromwirtschaft, sodass die Förderung zum Entsetzen der Investoren drastisch zurückgedreht wurde. Der Einspeisetarif wurde im Jahr 2008 um 30 % gekürzt und die Gesamtmenge der Installationen auf jährlich 400 Megawatt gedeckelt [Photovoltaik 2008]. Das führte zu einem Einbruch der installierten Leistung von 2605 Megawatt in 2008 auf nur 69 Megawatt im Jahr 2009 (siehe Abbildung 14) [EPIA 2010].

Einspeise-
vergütungen
(Festpreise) für
Strom aus
erneuerbaren
Energien

Probleme durch zu
großzügige
Förderung in
Spanien



Abbildung 14. Nach der Erhöhung von Einspeisevergütungen für Strom aus PV-Anlagen im Jahre 2007 hat sich der Umfang von Installationen in Spanien sprunghaft erhöht. Quelle: eigene Darstellung nach EPIA 2010.

Infrastruktur und Benutzervorteile bereitstellen

Wenn die Nachfrage unterbleibt, muss eine effektive Fördermaßnahme nicht unbedingt viel kosten. Im Rahmen des *Bus-Trigger*-Programms, das die japanische Stadt Kanazawa (460.000 Einwohner) ins Leben gerufen hat, wurden die Fahrkartenpreise für öffentliche Verkehrsmittel wesentlich gesenkt. Aber nur unter der Bedingung, dass ein erhöhtes Fahrgastaufkommen dafür sorgt, dass die Einnahmen nicht zurückgehen. Das Pilot-Projekt wurde von einer aktiven Informationskampagne begleitet. Die Kanazawa University richtete sich mit folgender Botschaft an die Studenten: „Wollen Sie, dass das reduzierte 100 Yen Busticket bleibt? Falls ja, dann nehmen Sie den Bus.“ [JFS 2010].

Bus-Trigger-Programm in Japan erhöht Einnahmen durch Preissenkungen

Der Erfolg des Pilotprojekts hat die Erwartungen der Initiatoren weitgehend übertroffen. Die Tarife für ÖPVN bleiben auch heute auf dem niedrigen, die Fahrgastanzahl dagegen auf dem hohen Niveau [JFS 2010].

Bei neuen und oder alternativen Produkten können unter Umständen bestimmte *Benutzervorteile* einen erheblichen Einfluss auf die Kaufentscheidungen haben. Dies bestätigt beispielsweise die schwedische Erfahrung mit der Förderung von Kraftfahrzeugen mit alternativen Antrieben. Im Rahmen der Analyse einzelner Komponenten des umfangreichen Anreizprogramms hat sich herausgestellt: Die größte Auswirkung auf die Kaufentscheidung hatte die Bereitstellung exklusiver Parkplätze für alternative Fahrzeuge und die Befreiung von der obligatorischen Stockholmer *Congestion Charge*. Die Autoren der Studie kamen aber auch zu dem Schluss, dass es nicht ausreicht, potenzielle Nachteile alternativer Kraftfahrzeuge auszugleichen, sondern, dass diese

Benutzervorteile als Anreiz, z. B. umweltfreundliche Kraftfahrzeuge

im Vergleich zu konventionellen Autos besser gestellt werden müssen [BEST 2009].

Entwickelte
Infrastruktur als
Voraussetzung für
erfolgreiche
Markthilfe

Eine erfolgreiche Markthilfe setzt daher die technologische Reife des zu fördernden Produkts, eine entwickelte Infrastruktur (in diesem Fall ordnungsrechtlich vorgeschriebene Verfügbarkeit des Treibstoffs an jeder Tankstelle) und Beseitigung von Informationsdefiziten voraus [BEST 2009]. Auch für den Fahrzeughersteller SAAB war die aktive Marktentwicklung ein entscheidender Anreiz, relativ kurzfristig Kraftfahrzeuge zu entwickeln, die mit einem 85 %igen Bioethanolanteil fahren können [COWI 2009].

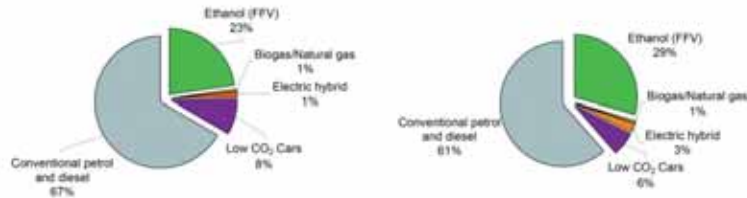


Abbildung 15: Die Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen mit alternativen Antrieben in Schweden und Stockholm im Jahr 2008. Quelle: BEST 2009.

Vergütung ökologischer Leistungen

Ökosystemdienst-
leistungen werden
bei ökonomischen
Betrachtungen
bisher kaum erfasst

Die ökonomische Konkurrenz zwischen verschiedenen Nutzungsformen führt dazu, dass wertvolle natürliche Ressourcen wie Biodiversität, Waldbestände, Landschaft oder funktionsfähige Ökosysteme durch wirtschaftliche Aktivitäten häufig unwiderruflich zerstört werden. Die preisliche Attraktivität der Nutzung von Freiflächen ist gering. Daher entstehen neue Siedlungen vorwiegend auf landwirtschaftlich genutzten Flächen [Losch 2006].

Wertvolle
ökologische
Leistungen von
Schutzgebieten

Die Notwendigkeit der Umlenkung umweltschädlicher Subventionsströme zugunsten der Vergütung ökologischer Leistungen und des Schutzes wertvoller Ökosysteme findet inzwischen auf höchster Ebene Anerkennung. In einer Studie der UN zur Ökonomie von Ökosystemen und Biodiversität (TEEB) wurde ermittelt, dass alleine die 100.000 Schutzgebiete der Erde die Menschen mit Ökosystemdienstleistungen im Wert von 4,4 bis 5,2 Bio. USD pro Jahr versorgen [Kumar 2010]. Diese Summe übertrifft die globalen Umsätze der Sektoren Automobil, Stahl und IT-Dienstleistungen. Ein globales Schutzgebietssystem auf 15 % der terrestrischen Fläche und 30 % der marinen Fläche würde sogar Werte in Höhe von 5.000 Mrd. USD erzeugen. Die Kosten für die Etablierung eines derartigen Schutzgebietssystems würden sich jährlich auf etwa 45 Mrd. USD belaufen. Damit ergäbe sich ein errechnetes Kosten-Nutzen-Verhältnis von 1:100.

Die Erhaltung von Wäldern vermeidet Treibhausgasemissionen in Höhe von 3,7 Bio. USD: Würde man die Entwaldungsrate bis 2030 halbieren, könnten die weltweiten Treibhausgasemissionen um jährlich 1,5 bis 2,7 Gt CO₂ sinken; dadurch ließen sich durch den Klimawandel bedingte Schäden mit einem Kapitalwert von schätzungsweise 3,7 Bio. USD vermeiden. Die zahlreichen anderen positiven Nebeneffekte von Wald-Ökosystemen sind in dieser Zahl noch nicht berücksichtigt (Eliasch 2008). Der globale Marktwert für Waldschutzmaßnahmen liegt einer Schätzung zufolge im Jahr 2015 bei 65,1 Mio. USD (Abbildung 16). Allerdings muss man bei einer Gesamtbewertung berücksichtigen, dass Investitionen in Technologien (z. B. Kraftwerkseffizienz) dauerhaft wirksame Maßnahmen darstellen, während ein Wald jederzeit abgeholzt werden kann und damit die Treibhausgase am Ende doch emittiert werden.

Erhaltung von Wäldern senkt CO₂-Emissionen

Gefahr der Abholzung bleibt – neue Technologien sind langfristig wirksam

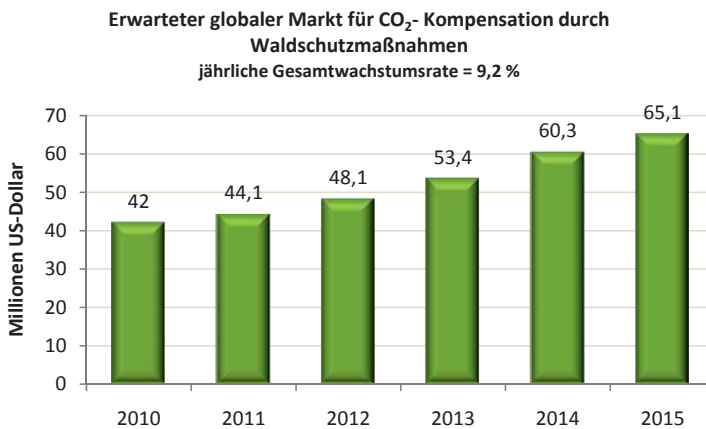


Abbildung 16: Die Bedeutung des weltweiten Markts für Waldschutzmaßnahmen für die Kompensation von CO₂-Emissionen wird in den nächsten Jahren zunehmen. Quelle: eigene Darstellung nach environmentalleader 2011.

Die Vergütung ökologischer Leistungen – bei einheimischen Grundbesitzern oder im Ausland – kann eine angemessene Antwort auf die Frage darstellen, was mit den milliardenschweren Ersparnissen durch bessere Ressourceneffizienz passieren soll. Auf der globalen Ebene bedeutet dies eine weitgehend höhere Kosteneffizienz bei der Erreichung von Ressourcen- und Klimazielen einerseits und nicht zuletzt eine Chance für ökologisch verträgliche wirtschaftliche Entwicklung für viele Entwicklungsländer andererseits.

Investition in ökologische Leistungen ermöglicht kosteneffizienten Klimaschutz

Grenzen der Lenkungswirkung von Subventionen

Mit Subventionen können Pfadabhängigkeiten geschaffen werden. Sind entsprechende Industrien bzw. Siedlungsstrukturen erst einmal errichtet, ist mit einem sehr hohen Widerstand der Betroffenen zu rechnen, falls die Förderung wieder abgeschafft werden soll. Daher sollten neue

Subventionen sollten zeitlich beschränkt oder degressiv gestaltet werden

Subventionen zeitlich beschränkt oder degressiv gestaltet werden. Sollten insgesamt ressourcenökonomische Bedenken bestehen, dann ist *No Policy Better Than Bad Policy*.

Immaterielle Motive
können stärker sein

Darüber hinaus stoßen positive ökonomische Anreize immer dann an ihre Grenzen, wenn immaterielle Motive (Ästhetik, Image) den Einsatz eines Gutes verhindern. Eine Verhaltensänderung wird in einem solchen Fall auch durch sehr hohe Anreize nicht ausgelöst, weil sie grundsätzlich abgelehnt wird. Da z. B. bei einem Sportwagen die Form, die Marke und damit der Prestigewert den eigentlichen (immateriellen) Nutzen ausmachen, sind für den Kaufinteressenten finanzielle Anreize für andere umweltfreundlichere Fahrzeuge unwirksam [Interface 2008].

Fazit

Subventionen haben in der Vergangenheit maßgeblich zum Ausbau ressourcenintensiver Industrien und Konsumstile beigetragen. Eine Vielzahl von kontraproduktiven Subventionen besteht immer noch und sollte zügig abgeschafft werden.

Subventionen können aber auch den schonenden Umgang mit natürlichen Ressourcen anregen. Zum einen müssen die ökologischen Dienstleistungen der Umwelt als Rohstoffquelle, Senke oder Ökosystem vergütet werden. Zum anderen können durch öffentliche Mittel diejenigen Marktversagen adressiert werden, die nicht vollständig auf die verzerrten Preisverhältnisse zurückgeführt werden können. Wissensdefizite, hohe Investitionskosten (*Affordability*-Problem) und Finanzierungsschwierigkeiten können sozialen und technologischen Innovationen im Weg stehen. Maßgeschneiderte finanzielle Anreize können dort bessere Akzeptanz und rasche Diffusion fördern. Die Förderung von Innovationen sollte zielgerichtet, aber hinreichend lösungsoffen gestaltet werden, um sich nicht frühzeitig auf eine Richtung festzulegen. Um hohe Mitnahmeeffekte zu verhindern, sollten Mindestanforderungen an die Inanspruchnahme gestellt werden.

Subventionen sind teuer und schwer zu beseitigen, wenn sie einmal eingeführt wurden. Daher sollten sie zeitlich beschränkt oder degressiv gestaltet und nur dann eingesetzt werden, wenn wirklich ein maßgeblicher Beitrag zur Ressourceneffizienz erwartet werden kann.

2.3.3 Mengensteuerung (Zertifikatehandel)

Die Mengensteuerung ist ein Konzept, das in der Umweltpolitik meist mit dem Handel von Emissionsrechten zur Eindämmung der weltweiten CO₂-Emissionen in Verbindung gebracht wird.

Verknappung oder
künstliche
Nachfrage

Über die Mengensteuerung können ähnliche Zielsetzungen verfolgt werden, wie bei der Preissteuerung. Wenn eine Obergrenze für die Nutzung einer Ressource festgelegt wird – bspw. maximaler Schadstoffausstoß in die Atmosphäre – wird diese künstlich verknappt. Wird ein Mindestanteil an der Nutzung einer bestimmten Ressource

festgelegt – bspw. erneuerbare Energien oder Sekundärrohstoffe – wird eine künstliche Nachfrage nach diesen Gütern erzeugt.

Insoweit enthält das Instrument eine ordnungsrechtliche Komponente [Rogall 2008] und sollte im Unterschied zu preissteuernden Instrumenten eine höhere Treffsicherheit aufweisen. Dadurch, dass die Verteilungs- bzw. sonstige Anpassungsprozesse der Marktwirtschaft überlassen werden, sei es durch die Versteigerung entsprechender Nutzungsrechte oder einen parallelen Zertifikatehandel, hat das Instrument potenziell eine höhere ökonomische Effizienz. Im Unterschied zu Abgaben können die notwendigen (Anpassungs-)Investitionen nicht bei Verpflichteten, sondern an anderer Stelle zu geringeren Kosten durchgeführt werden.

Der Markt soll über Anpassungs-
investitionen
entscheiden

Ebenso wie die Preissteuerung führt die Mengensteuerung zu Mehrkosten oder Zuwendungen, die wie Abgaben oder Subventionen wirken. Im Fall des CO₂-Handels verteuern zusätzliche Kosten für CO₂-Zertifikate ähnlich wie Steuern die Produktion. Die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten hingegen stellt eine Subvention für ausgewählte Branchen dar.

Mengensteuerung
kann Mehrkosten
oder Zuwendungen
erzeugen

Im Gegensatz zu festgeschriebenen Steuersätzen schwankt der Zertifikatpreis jedoch mit der Entwicklung auf den Märkten. Diese Unsicherheit kann die ökonomische Effizienz des Instruments beeinträchtigen. Die Ausgestaltung des Handelssystems durch Maßnahmen wie z. B. intertemporalen Handel, *Banking-* bzw. *Borrowing-Optionen*¹³ oder Mindest- oder Höchstpreise kann dieses Problem mildern.

Schwankende
Zertifikatpreise
erzeugen
Unsicherheit

Banking- bzw.
Borrowing-Optionen

Wie die internationale Erfahrung zeigt, lässt sich das Instrument der Mengensteuerung auf unterschiedlichste Problembereiche anwenden. Optimale Wirkung – bspw. eine aus der gesamtwirtschaftlichen Sicht kosteneffiziente Emissionsreduktion – kann durch den Einbezug eines möglichst breiten Kreises heterogener Akteure erzielt werden, solange sie einen Beitrag zur Umweltverschmutzung leisten. Auf diese Weise erweitert sich das Spektrum von kostengünstigen Vermeidungsoptionen maßgeblich – manche können sogar mit positiven Vermeidungskosten und zusätzlichen Profiten durch den Verkauf entsprechender Zertifikate einhergehen, wenn z. B. durch Effizienzmaßnahmen Energiekosten reduziert werden können.

Heterogene Akteure
schaffen vielfältige
Vermeidungs-
optionen

Upstream oder Downstream?

Alle relevanten Akteure können dann einbezogen werden, wenn sich der Handel ganz am Anfang der Wertschöpfungskette (bspw. Rohstoffförderer/Importeure – *Upstream*) oder an deren Ende (Endverbraucher – *Downstream*) ansiedelt. Die beiden Ansätze haben

Primäraufteilung
erzeugt
Umverteilungs-
wirkungen

¹³ *Banking*: Ansparen nicht benötigter Emissionszertifikate für die spätere Nutzung.
Borrowing: Vorzeitige Nutzung von Emissionsrechten.

Vor- und Nachteile. Die Primäraufteilung von entsprechenden Rechten ist ein extrem problembehaftetes Feld, denn sie ist immer mit Umverteilungswirkungen verbunden [Napolitano et al. 2007].

Der *Upstream*-Handel hat potenziell eine kleine Anzahl von Verpflichteten, was die Verwaltungskosten entsprechend gering halten würde. Die Versteigerung von Emissions- und Nutzungsrechten stellt in dieser Hinsicht eine Lösung dar, die eine ökonomisch effiziente Primärverteilung zwischen Marktakteuren sicherstellt und keine neuen Marktbarrieren schafft [Stavins 1998]. Die Wirkung der Preisanlastung am Anfang der Wertschöpfungskette würde dann einer Steuer ähneln. Welche Preissignale dann den Endverbraucher erreichen würden, bleibt jedoch ungewiss.

Beim *Downstream*-Handel hat jeder Emittent – sei es ein Unternehmen oder Endverbraucher – seine Emissionen mit Zertifikaten zu belegen (siehe beispielsweise Abbildung 17).



Abbildung 17: Nach einem Vorschlag von UKERC 2007 würde man bei der Bezahlung fossiler Energieträger für den Haushalt (z. B. Heizöl) und den individuellen Transport eine *Carbon Allowance Card* brauchen. Quelle: Strickland/Parag 2011.

Die Primäraufteilung kann als kostenlose Zuteilung einer gleichen Pro-Kopf-Menge von entsprechenden Emissionsrechten erfolgen (Grundbetrag). Ein solches Handelssystem hat zwar potenziell mehrere Mio. Teilnehmer. Dafür entstünden aber einerseits direkte Anreize für Verhaltensänderung und andererseits käme es zu einem ökologischen und ökonomischen Ausgleich zwischen den Individuen bzw. Haushalten, die – aufgrund des höheren Wohlstands – mehr Ressourcen verbrauchen und denen, die es sich nicht leisten können bzw. sich bewusst für wenig Verbrauch oder Emissionen entscheiden.

Das *Midstream*-Konzept des europäischen Emissionshandels hat im Vergleich zu den beiden oben aufgeführten theoretischen Lösungen eine relativ hohe Anzahl von Teilnehmern (etwa 10.000 Betriebe), erfasst aber lediglich 50 % der gesamten Emissionen [Meyer 2009]. Die Primäraufteilung erfolgt auf der Grundlage historischer Emissionsmengen, sodass mehrere beteiligte Länder langfristig ihre Emissionen auch noch erhöhen können. Die Zertifikate werden nur zum

Kleine Anzahl von
Verpflichteten beim
Upstream-Handel

Potenziell mehrere
Mio. Teilnehmer am
Downstream-Handel

Europäischer
Emissionshandel
folgt dem
Midstream-Konzept

Teil versteigert, sodass eindeutige Gewinner und Verlierer entstehen. Insofern hat sich im Ergebnis kein optimales Instrument herausgebildet.

Cap and Trade – Ressourcenverbrauch einschränken

Cap and Trade ist das bekannteste Konzept, wenn es um mengensteuernde ökonomische Instrumente geht. In den USA experimentiert man damit schon seit den 1970ern. Zertifikatehandel wurde unter anderem verwendet, um Bleibenzin aus dem Verkehr zu ziehen, aber auch um die Emissionen von Fluorkohlenwasserstoffen und Schwefeloxiden zu verringern.

USA seit den 1970ern mit *Cap-and-Trade*-Konzepten

Auch die Allokation der Ressource Boden findet in mehreren Gemeinden der USA über *Tradable Development Rights (TDR)* statt – den Handel mit Bebauungsrechten [Walls/McConnell 2007]. Dieses Instrument ist komplementär zum regionalen Bauordnungsrecht und der Flächennutzungsplanung, soll die Zersiedelung verhindern und den Erhalt von landwirtschaftlichen Flächen und natürlichen Lebensräumen fördern.

Handel mit Bebauungsrechten

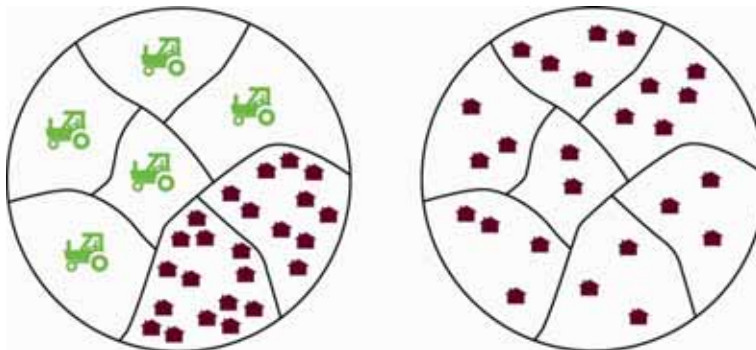


Abbildung 18: Mit Hilfe von *Property Development Rights Trading* werden im Gegensatz zur üblichen Zersiedelung (rechts) verdichtete Siedlungsgebiete und der Erhalt wertvoller landwirtschaftlicher bzw. natürlicher Flächen angestrebt. Quelle: eigene Darstellung nach Hanly-Forde et al. o. J.

Gleichzeitig wird damit ein wirtschaftlicher Ausgleich zwischen den alternativen Nutzungsformen gewährleistet, wie z. B. Bebauung, Landwirtschaft oder Naturschutz, und das ohne staatliche Mittel in Anspruch zu nehmen. In *Montgomery County, Maryland* wurden durch ein TDR-Programm etwa 20.000 Hektar Freifläche erhalten. Diese Maßnahme hätte das *County* etwa 68 Mio. USD gekostet. Im Rahmen eines TDR-Programms ist in den Empfängerzonen eine verdichtete Bauweise durch den Erwerb entsprechender Lizenzen aus Senderzonen möglich (siehe Abbildung 18). Auch wenn sich das Instrument nicht in jedem Fall als erfolgreich erwiesen hat, erlaubt es nicht nur eine Formierung dichter und daher effizienterer Siedlungsstrukturen, sondern beinhaltet auch einen Ausgleichsmechanismus zwischen den konkurrierenden Nutzungsformen der Ressource Boden [Walls/McConnell 2007].

Wirtschaftlicher Ausgleich zwischen verschiedenen Nutzungsformen

Nutzung durch Mengenuntergrenzen fördern

Beimischungsquoten für Biokraftstoffe

Neben den Instrumenten, die eine Mengenobergrenze (*Cap*) festlegen, gibt es auch Handelssysteme, die eine Mengenuntergrenze vorschreiben. So gelten in der EU unterschiedliche obligatorische Beimischungsquoten für Biokraftstoffe. Diese europäischen Regelungen beinhalten keine Marktkomponente – alle Verpflichteten müssen die Vorgaben uniform einhalten. Im Gegensatz dazu können die verpflichteten Unternehmen in den USA entsprechende *Credits* von der zuständigen Behörde zukaufen, wenn das Beimischungsziel voraussichtlich nicht erfüllt werden kann [recharge 2010].

Quotensysteme für erneuerbare Energien

Zur Förderung des Ausbaus erneuerbarer Energien gibt es in Europa neben den weit verbreiteten Festpreissystemen auch einige Länder mit Quotensystemen. So sollen in Großbritannien bis 2015 mindestens 15 % des Stroms aus erneuerbaren Energien stammen. Die Erzeuger erhalten für Strom aus erneuerbaren Energien handelbare grüne Zertifikate [Carbon Trust 2011]. Eine Untersuchung der unterschiedlichen Förderinstrumente in Europa hat allerdings gezeigt, dass Länder mit Preisregulierung (Einspeisetarife oder Prämien) bei Wirksamkeit und Effektivität deutlich besser abschneiden als Quoten- und Zertifikatsregelungen [OPTRES 2007]. Darüber hinaus stehen die nach Art und Höhe unterschiedlichen nationalen Fördersysteme in der Kritik, da sie zu einer suboptimalen Allokation von Anlagen geführt haben (siehe Abbildung 19). Eine europaweite Harmonisierung der Förderung wird derzeit angestrebt. Die Europäische Kommission favorisiert dabei eine Regelung nach dem Vorbild der europaweit erfolgreichen Festpreissysteme [EurActive 2010].

Suboptimale Allokation durch heterogene nationale Fördersysteme

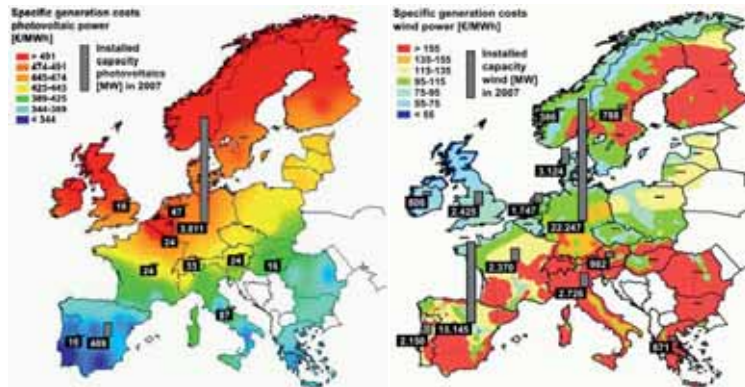


Abbildung 19: Gegenwärtig werden Windkraft- und Photovoltaikanlagen überwiegend in den Ländern installiert, wo die Stromproduktionskosten nicht unbedingt am niedrigsten sind. Quelle: EWI 2007.

Grenzen der Lenkungswirkung der Mengensteuerung

Der Zertifikatehandel ist kein unproblematisches Instrument. Die Unsicherheit im Hinblick auf die zukünftige Preisentwicklung kann ein erhebliches Hindernis für potenzielle Investoren darstellen. Unerwartete Preisspitzen können sogar zu einer Aussetzung der gesamten Maßnahme führen – wie es beispielsweise zwischen 2000 und 2001 mit *RECLAIM*, dem südkalifornischen *NOx-Trading* Programm, passierte. Auch das *Hot-Spot*-Problem – bspw. das zeitlich oder räumlich stark konzentrierte Auftreten von Schadstoffen – muss bei der Wahl des Instruments berücksichtigt werden [Bach 2009].

Unerwartete Preisspitzen und *Hot-Spot*-Problematik

Da die Mengenziele von Quotensystemen in der Regel vor einer Handelsperiode festgelegt werden, können unerwartete Ereignisse das Preisgefüge auf den Zertifikatmärkten empfindlich schwächen. So drosselten energieintensive Stahl- und Zementwerke im Jahr 2010 konjunkturbedingt ihre Produktion. Die eingesparten Zertifikate konnten die Unternehmen an der Börse verkaufen, was ihnen zusätzliche Gewinne bescherte und den Preis der Zertifikate drückte [WiWo 2010a].

Festgelegte Mengenziele können Zertifikatmärkte schwächen

Ein weiteres Problem ist die Förderung innovativer Technologien. Die Logik des *Cap and Trade* führt dazu, dass zunächst die kostengünstigsten Lösungen adressiert werden. Dadurch werden Investitionen in innovative Technologien erst interessant, wenn günstigere Lösungen ausgeschöpft sind. Eine Möglichkeit diesem Problem zu begegnen ist das sogenannte *Banding*. Dabei erhalten Unternehmen, die innovative Technologien einsetzen, über einen festgelegten Faktor zusätzliche Zertifikate, um deren Einsatz rentabler zu machen (siehe Tabelle 2).

Innovative Technologien werden benachteiligt

Band	Technologien	Förderung ROCs/MWh
Etabliert 1	Deponiegas	0,25
Etabliert 2	Klärgas, Mitverbrennung nicht- energetischer Pflanzen (reguläre Biomasse)	0,5
Referenz	Windkraft an Land; Wasserkraft; Mitverbrennung von Energiepflanzen; Müllverbrennung mit Blockheizkraftwerken; geopressure	1,0
Nach der Demonstration	Offshore Windkraft; reguläre Biomasse	1,5
Neu entstehende Technologien	Wellenkraft; Gezeitenkraft, fortschrittliche Umwandlungstechnologien (anaerobe Gärung; Vergasung und Pyrolyse); Verbrennung von Energiepflanzen (mit oder ohne Blockheizkraftwerke); reguläre Biomasse mit Blockheizkraftwerk; Photovoltaik, Geothermie, gezeitenabhängige Lagunen, Gezeitenspermauern (<1GW)	2

Tabelle 2: Technologiespezifische Banding-Faktoren für grüne Zertifikate in Großbritannien im Jahr 2009. Quelle: eigene Darstellung nach Carbon Trust 2011.

Im Hinblick auf Ressourceneffizienz stellt sich die Frage, inwiefern Mengensteuerung als Instrument auch für weitere Ressourcen geeignet ist. Für CO₂-Emissionen wurde mit dem Zertifikatehandel ein zuvor nicht

Cap and Trade für
Rohstoffe nicht
zielführend

existierender Markt geschaffen. Rohstoffe werden hingegen bereits an unterschiedlichen Rohstoffmärkten gehandelt. Dort kommt es immer wieder zu starken Preisschwankungen, die zum einen auf ein begrenztes Angebot (z. B. Missernten in der Landwirtschaft) und andererseits durch Anlagestrategien von Investoren ausgelöst werden. Eine zusätzliche künstliche Verknappung des Rohstoffangebots durch *Cap and Trade* erscheint in diesem Zusammenhang nicht zielführend, zumal die Anbieter je nach Wettbewerbssituation selbst Anreize haben, das Angebot durch Quoten zu verknappen. Ein Beispiel ist die Reduktion der Ausfuhr von seltenen Erden durch China im Jahr 2010 (siehe Abschnitt 3.3). Darüber hinaus gibt es für Rohstoffe keine universelle, umweltrelevante Messgröße wie kWh oder CO₂-Äquivalente.

Vielfältige
Anwendungs-
möglichkeiten

Die Anwendung der Mengensteuerung bei der Umweltverschmutzung, beim Verbrauch natürlicher Ressourcen oder auch bei der Nutzung von Infrastrukturen ist hingegen durchaus denkbar. Die Alpentransitbörse in der Schweiz will die Anzahl der LKW-Fahrten über die Alpen beschränken, indem Transitrechte ausgegeben und auf einer internetgestützten Börse gehandelt werden. Dadurch sollen Staus verhindert, die Bevölkerung vor Verschmutzung und Lärm geschützt und Anreize für die langfristige Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene gesetzt werden [Aschwanden 2009].

Alpentransitbörse

Fazit

Die Mengensteuerung ist ein Instrument, das potenziell die Treffsicherheit mit Kosteneffizienz sowohl bei der verursachergerechten Kostenanlastung als auch Förderung vereinen kann. Für die Effektivität sorgt das gesetzlich verordnete Mengenziel, die ökonomische Effizienz sollen Zertifikatmärkte sicherstellen.

Während dieses Instrument in Deutschland keine Verbreitung fand, gibt es sowohl im US- als auch im EU-Raum zahlreiche Beispiele mehr oder weniger erfolgreicher Mechanismen, die auf die mengenmäßige Steuerung der Nutzung der Ressource Boden, Wasser und allgemein der Umwelt als Senke abzielen. Die (in den meisten Fällen gewährte) Technologieoffenheit sorgt dafür, dass die Verpflichteten ihre Zielvorgaben auf dem effizientesten Wege erreichen können – sei es durch eigene Investitionen oder den Zukauf von entsprechenden Zertifikaten von Dritten. Die Selbstvermarktungspflicht schafft Anreize für die Nutzung bestgeeigneter Orte und kosteneffizientester Technologien einerseits und aktive Adressierung potenzieller Partner oder Nutznießer der Maßnahmen (bspw. vulnerable Haushalte) andererseits. Ein Vorteil des Instruments ist seine Integrationsfähigkeit auf der internationalen Ebene, wo sich die Steuern bzw. Subventionen kaum harmonisieren lassen. Ein wesentlicher Nachteil des Zertifikatehandels ist die relative Preisunsicherheit. Dies kann ein erhebliches Hindernis für Investitionen darstellen.

Ein übergreifendes Handelssystem analog zum CO₂-Handel erscheint für Rohstoffe nicht zielführend. Zum einen existieren bereits Handelssysteme für Rohstoffe, zum anderen gibt es für Rohstoffe keine universelle, umweltrelevante Messgröße wie kWh oder CO₂-Äquivalente. Die Anwendung der Mengensteuerung bei der Umweltverschmutzung, beim Verbrauch natürlicher Ressourcen oder auch bei der Nutzung von Infrastrukturen ist hingegen durchaus denkbar.

2.4 Der Ruf nach dem Gesetzgeber

Regulative Instrumente sind reaktiv, unflexibel und innovationshemmend. Als Instrument der Internalisierung externer Kosten sind sie nicht effizient. So lautet die gängige Kritik.

Nichtsdestotrotz sind regulative Instrumente oft unvermeidbar, auch wenn es um die Schonung natürlicher Ressourcen geht. In der Vergangenheit haben gesetzliche Auflagen, verbindliche Technologie- und Qualitätsstandards sowie das Umwelthaftungsrecht einen entscheidenden Beitrag sowohl zur Verringerung negativer Umweltauswirkungen als auch zur Entstehung einer modernen Umweltindustrie und einer Steigerung des Umweltbewusstseins geleistet.

Immer dann, wenn besonders dringende Probleme adressiert werden müssen bzw. sonstige Instrumente an ihre Grenzen stoßen, kann bzw. muss der Gesetzgeber eingreifen. Durch Dynamisierung und Flexibilisierung können regulative Maßnahmen außerdem effizienter und flexibler gestaltet werden [Rogall 2008].

Der wesentliche Erfolgsfaktor für gesetzliche Regelungen ist jedoch die Möglichkeit der Sanktionierung bei Nichteinhaltung. Diese Aufgabe kann am besten durch staatliche Institutionen erfüllt werden, da diese demokratisch legitimiert und mit der nötigen faktischen Durchsetzungsmacht ausgestattet sind. Dies ist auch einer der Gründe, warum gesetzliche Regelungen häufig gerade von Unternehmerseite eingefordert werden.

Bislang gibt es weder in Deutschland noch in der EU ein einheitliches, in sich geschlossenes Regelwerk, das das Thema Ressourceneffizienz umfassend adressiert. Vielmehr spielt Ressourceneffizienz in einer Vielzahl von Gesetzen und Richtlinien eine wichtige oder auch weniger wichtige Rolle, z. B. im Ordnungsrecht, im Planungsrecht, im Abfallrecht, im Baurecht, im Bergrecht und im Immissionsschutz. In Anbetracht dieser komplexen Situation erscheint eine einheitliche Regelung, die bestehende Widersprüche oder falsche Anreize der bestehenden Gesetze unter dem Aspekt der Ressourceneffizienz eliminiert, dringend erforderlich. Dies ist Gegenstand eines aktuellen Forschungsprojekts mit dem Ziel, ein Regelungskonzept für ein Ressourcenschutzrecht des Bundes zu entwickeln [Öko-Institut 2010].

Regulative
Instrumente sind
häufig unvermeidbar

Sanktionen erfolgen
am besten durch
demokratisch
legitimierte
Institutionen

Es gibt bisher kein
umfassendes
Regelwerk für
Ressourceneffizienz

Der europäische
Rechtsrahmen
adressiert wichtige
Teile der
Wertschöpfungskette

Dennoch lässt sich feststellen, dass im europäischen Rechtsrahmen an allen wichtigen Bereichen der Wertschöpfungskette bereits gesetzliche Regelungen existieren, die den Verbrauch von Ressourcen adressieren. So bezieht sich die Ökodesign-Richtlinie (209/125/EG) auf den Ressourcenverbrauch von Produkten in jeder Lebensphase des Produkts. Die Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG) beschränkt sich nicht nur auf die Entsorgungsphase von Produkten, sondern auf den gesamten Lebenszyklus. Im Gegensatz zu früheren Fassungen legt sie die Priorität auf Vermeidung und Recycling. Die nationale Umsetzung erfolgt derzeit über die Novelle des Kreislaufwirtschaftsgesetzes. Der Referentenentwurf des BMU sieht u. a. die Einführung von Recycling- und Verwertungsquoten für Siedlungsabfälle (65 %) sowie für Bau- und Abbruchabfälle (80 %) jeweils ab 2020 sowie die Einführung einer flächendeckenden Getrenntsammlung von Bioabfällen (ab 2015) vor [BMU 2010a].

Der Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e.V. (BDE) verweist auf eine wichtige Lücke in den gesetzlichen Regelungen: So sei der Bereich des *Urban Mining*, also der Gewinnung von Rohstoffen aus Deponien und anderen Abfällen bislang nicht adressiert [BDE 2009]. Der BDE fordert als Konsequenz ein *Rohstoffgesetz* und weist darauf hin, dass es dabei gelingen sollte, „Vorgaben der Wirtschafts- und Industriepolitik zur Rohstoffgewinnung, den Rohstoffbedarf der Industrie, die Verantwortung der Kommunen und die Potentiale der Entsorgungswirtschaft mit Bedacht zu nutzen und zielorientiert weiter zu entwickeln.“ [BDE 2009].

2.4.1 Verbote - häufig unvermeidlich

Wenn andere Instrumente versagen, sind gesetzliche Vorschriften häufig unvermeidlich.

Mindeststandards (effektiv ein Verbot für minderwertige Güter) für die Energieeffizienz sind auch in den Fällen geboten, in denen die Verbraucher diese als Selektionskriterium so gut wie nicht miteinbeziehen – z. B. beim Kauf von Fernsehgeräten [World Energy Council 2008]. Hier spielen eher Performance und Aussehen eine entscheidende Rolle – eine (A+)Kennzeichnung bedeutet nicht unbedingt eine bessere Qualität [COWI 2009].

Sony fordert
Mindeststandards für
Energieeffizienz

Das Argument, dass gesetzliche Regelungen von der Wirtschaft kritisch gesehen werden und diese deshalb schwer durchsetzbar sind, trifft nicht immer zu. So hat z. B. Sony explizit auf die Notwendigkeit von Minimumstandards für Energieeffizienz hingewiesen, um gleiche Rahmenbedingungen für alle Hersteller durchzusetzen. 30 % des Markts für *IT/Consumer Electronics* wird durch relative unbekannte Billigmarken bedient, die durch das Fehlen solcher Standards ihre Kostenvorteile voll ausschöpfen können [COWI 2009].

In der Zukunft sind weitergehende Verbote denkbar. In Norwegen wird seit 2007 ein Verbot von Neuzulassungen konventioneller Kraftfahrzeuge diskutiert. 2009 hat die Finanzministerin Kristin Halvorsen vorgeschlagen, ab 2015 lediglich Autos neu zuzulassen, die vollständig oder zum Teil alternative Kraftstoffe verwenden [Reuters 2009].

In vielen Fällen haben gesetzliche Auflagen eine über die nationalen Grenzen hinausgehende Wirkung. Mit dem EU-weiten Verbot für Schadstoffe in Elektronikgeräten hat die Europäische Kommission Wirkung über Europa hinaus erzielt. Für zahlreiche auch nicht in der EU ansässige Hersteller und Zulieferer entstand ein Anreiz, auf die verbotenen Stoffe zu verzichten, auch weil sich die Einrichtung einer zweiten Produktionslinie für den außereuropäischen Markt wirtschaftlich nicht lohnt: So verzichtete Nokia auf die Verwendung von Blei, Quecksilber, Cadmium sowie mehreren, als besonders schädlich eingestuften Chrom- und Bromverbindungen in seinen Produkten. Die entsprechenden Investitionen amerikanischer Firmen wurden auf etwa 23 Mrd. Euro geschätzt [BZonline 2006].

EU-weites
Schadstoffverbot
erzielt Wirkung über
Europa hinaus

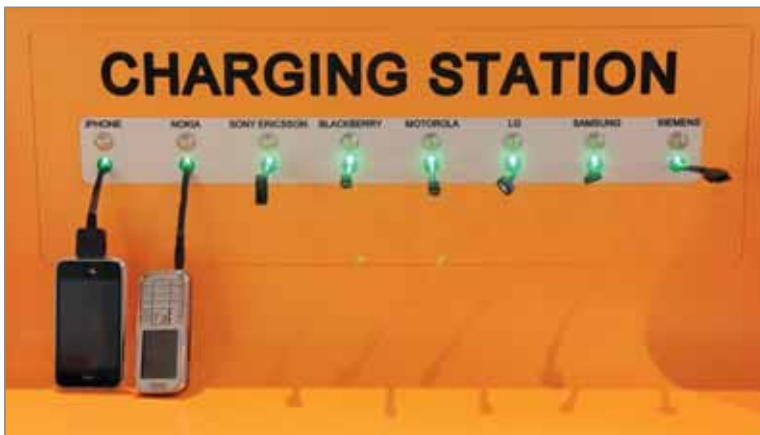


Abbildung 20: Einigung statt Gesetz – weil die EU-Kommission mit einer gesetzlichen Regelung drohte, einigten sich 13 Mobiltelefonhersteller auf die Erarbeitung eines gemeinsamen Standards für Ladegeräte. Bildquelle: picture-alliance dpa/Julian Stratenschulte.

Allerdings müssen Gesetze nicht immer in Kraft treten, um eine Wirkung zu entfalten. Dies geschah z. B. bei der europaweit einheitlichen Gestaltung von Ladegeräten für Mobiltelefone. Bislang hat jeder der Telefonhersteller eigene Standards für die Anschlüsse, sodass beim Neukauf eines Mobiltelefons auch immer ein neues Ladegerät dazugekauft werden musste. Nach Schätzungen der EU-Kommission führte dies zu einem zusätzlichen Abfallaufkommen von mehreren Tausend Tonnen Elektroschrott pro Jahr. Zunächst konnten sich die Hersteller nicht auf einen gemeinsamen Standard einigen und stellten den Sinn und die Umsetzbarkeit einer solchen Regelung infrage. Als der damalige Industriekommissar Günter Verheugen 2009 mit einer

Durch einheitliche
Schnittstellen für
Ladegeräte kann die
Zahl der
produzierten Geräte
halbiert werden

gesetzlichen Regelung drohte, kam in Verhandlungen zwischen der Kommission und der Branche ein *Memorandum of Understanding* zustande, in dem sich 13 führende Mobiltelefonhersteller verpflichteten, ihre Geräte mit einer einheitlichen Micro-USB-Schnittstelle auszustatten. Die Branche schätzt, dass dadurch die aktuelle Produktion von 180 Mio. Ladegeräten pro Jahr auf die Hälfte reduziert werden kann [Bolzen 2010].

2.4.2 Dynamische Effizienzstandards setzen

Dass technologische Mindeststandards in der Vergangenheit einen entscheidenden Innovationsanreiz im Bereich Energieeffizienz von elektrischen Haushaltsgeräten darstellten, zeigt die amerikanische Erfahrung. Der durchschnittliche Verbrauch von Kühlgeräten fiel von 1.825 kWh/a im Jahre 1974 auf 476 kWh/a im Jahre 2001 (Abbildung 21). Die entsprechenden Fortschritte korrespondieren stark mit der Einführung neuer verbindlicher Energieeffizienzstandards [World Energy Council 2008].

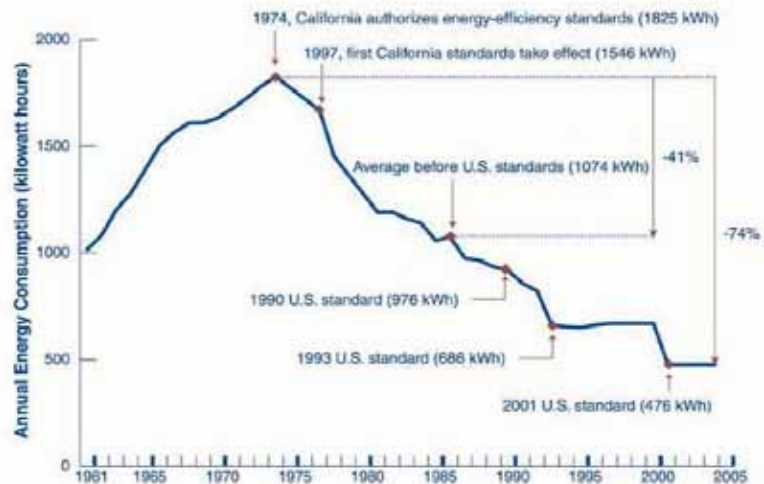


Abbildung 21: Die Wirksamkeit dynamischer Standards. Die signifikanten Sprünge der Energieeffizienz von Kühlgeräten in den USA korrelieren mit der Einführung entsprechender Mindeststandards. Quelle: Berkeley Lab/eoearth 2006.

Ambitionierte
Mindeststandards
treiben Innovationen
voran

Besonders ambitionierte Mindeststandards und verbindliche Kennzeichnung im EU-Raum haben ebenfalls einen kräftigen An Schub für die Entwicklung energieeffizienter Haushaltsgeräte (30 % weniger Energieverbrauch zwischen 1997 und 2007 [VDE 2007]) und die Sensibilisierung der Nachfrager gegeben. Auch für Automobilhersteller haben sich regulative Maßnahmen als ein entscheidender Innovationsfaktor erwiesen, da die Kaufkriterien historisch eher auf Komfort, Sicherheit und Prestige ausgerichtet sind, als auf die umweltbezogenen Kriterien [COWI 2009]. Vergleicht man die einstigen

Anforderungen für die europäische Automobilindustrie (120 g CO₂/km, grob umgerechnet 5,9 l/ 100 km, Benzin) und die Ziele von US CAFE (22,1 l/ 100 km) [Leitner et al. 2008], wird klar, warum europäische Autos energieeffizienter sind als amerikanische und sich auf dem Weltmarkt besser behaupten.

Dennoch besteht bei Mindeststandards das Problem, dass sich der Innovationsanreiz entsprechend verringert, sobald der Mindeststandard bzw. die beste Effizienzklasse erreicht wird [WEC 2010]. Eine mögliche Lösung stellen dynamische Standards dar, die längst keine Neuheit mehr sind. Nach der Ökodesign-Richtlinie sollten „die – auch auf internationaler Ebene – leistungsfähigsten auf dem Markt anzutreffenden Produkte und Technologien als Referenz dienen“ (209/125/EG). Auch laut der EU-Verordnung 2002/91/EC müssen die Energiestandards für Neubauten alle fünf Jahre entsprechend dem Stand der Technik aktualisiert werden.

Das japanische *Top Runner* Programm sieht nicht nur ambitionierte, mittelfristig angelegte Energieeffizienzstandards für ausgewählte Produktgruppen vor, sondern auch ihre regelmäßige Aktualisierung. Die rasche Erreichung neuer Zielsetzungen wird durch die Offenlegung spezieller freiwilliger Kennzeichnung (*e-Mark*) motiviert, die zeigt, welchen Fortschritt das Unternehmen gemacht hat. Das UBA (Umweltbundesamt) sieht darin die Möglichkeit, diesen Ansatz für die Förderung besserer Materialeffizienz von Erzeugnissen zu verwenden. Allerdings sollten diese Zielsetzungen auf den ganzen Lebenszyklus ausgerichtet sein, einschließlich Produktion und Entsorgung [UBA 2008].

Top Runner:
Innovationen
verstetigen

Anzumerken ist jedoch, dass auch ambitionierte, dynamische Standards lediglich inkrementelle Innovationen fördern [Leitner et al. 2008, Ekins/Salmons 2010], indem die Anpassung an den Stand der Technik gefordert wird. Einen Strukturwandel kann man damit nicht bewirken.

2.4.3 Mehr Produktverantwortung

Der Lebenszyklusansatz hat eine zentrale Bedeutung für die Energieeffizienz von Produkten, wie sie die Ökodesign-Richtlinie verlangt. Geregelt werden derzeit jedoch lediglich die Anforderungen an die energieverbrauchsrelevanten Erzeugnisse; andere Ressourcen werden bisher nicht adressiert [Oehme 2010].

Es bietet sich an, die Richtlinie auch auf den Ressourcenverbrauch auszuweiten. Durch die Adressierung der Design-Phase können Verbesserungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette initiiert werden. Der Anhang der Ökodesign-Richtlinie nennt die wesentlichen Umweltaspekte und Kriterien ihrer Verbesserung (siehe Tabelle 3).

Potenzial der Produktverantwortung wird bisher nicht für Ressourceneffizienz genutzt

Faulstich et al. (2009) weisen darauf hin, dass es dem Gesetzgeber bisher nicht gelungen ist, das Potenzial der Produktverantwortung zur Umgestaltung von Produktions- und Verbrauchsmustern zu erschließen. Vielmehr reduziert sich diese auf die Kostenverantwortung für die umweltgerechte Entsorgung und teilweise auch Verwertung von ausgewählten Produkten. Auch durch massenhafte Exporte des Elektroschrotts und gebrauchter Fahrzeuge können die verpflichteten Hersteller bzw. Importeure der Verantwortung entgehen [Faulstich et al. 2009].

Umweltaspekte	Kriterien zur Verbesserung
Auswahl und Ansatz von Rohmaterial	Masse und Volumen des Produkts
	Verwendung von Recyclingmaterial
	Verbrauch an Energie, Wasser und anderen Ressourcen während des Produktlebenszyklus
Fertigung	Zahl der verwendeten Materialien und Bauteile
	Verwendung von Normteilen
	Verwendung von leicht recycelbaren Materialien
Verpackung, Transport und Vertrieb	Zeitaufwand und Komplexität des Zerlegens
	Verwendung von Kennzeichnungsnormen (unter anderem nach ISO-Norm) für wiederverwendbare und recycelbaren Materialien
Installierung und Wartung	Verwendung gebrauchter Teile
Nutzung	Garantierte Mindestlebensdauer, Mindestzeitraum der Lieferbarkeit von Ersatzteilen
	Modularität, Nachrüstbarkeit, Reparierbarkeit
Ende des Lebensdauer – Zustand des Produkts bis zur endgültigen Entsorgung	Entstehende Mengen von Abfällen
	Immissionen in die Atmosphäre, ins Wasser und den Boden

Tabelle 3: Verbesserungsvorschläge zur besseren Integration der Ressourceneffizienz im Anhang der Ökodesign-Richtlinie. Quelle: eigene Darstellung nach RICHTLINIE 2009/125/EG, ANHANG I.

Auch im Elektroggesetz sind Anreize für die Entwicklung langlebiger und recyclingfreundlicher (modularer) Produkte bisher kaum gegeben. Die Produktverantwortung wird im § 4 zwar postuliert, entsprechende Anreize können jedoch nur dann nennenswert erzeugt werden, wenn die Hersteller für die Sammlung und Verwertung ihrer eigenen Erzeugnisse eine direkte ökonomische bzw. physische Verantwortung tragen würden [COWI 2009].

In Südkorea wurde ein Ansatz entwickelt, der die Produktverantwortung deutlich verbessert hat: 2003 wurde das *Deposit Refund System* durch ein System ersetzt, das verbindliche volumenbasierte Recycling-Quoten für die einzelnen Hersteller vorsieht und sie verpflichtet, Sammelstellen und Recyclinganlagen auszubauen. In Deutschland wurde dagegen ein System kollektiver Herstellerverantwortung geschaffen, das es nicht zulässt, dass der Hersteller für die Entsorgung seiner eigenen Geräte verantwortlich ist [Hottenroth et al. 2008]. Eher ist es wahrscheinlich, dass er einen Behälter entsorgen muss, der kein einziges Gerät aus seiner eigenen Produktion enthält [Roßnagel 2009]. Somit haben die Hersteller weder Anreize, das recyclingfreundliche Produktdesign zu forcieren, noch langlebige Produkte auf den Markt zu bringen [Hottenroth et al. 2008]. Vielmehr entsteht ein Anreiz zum Freifahrerverhalten – wenn ein Hersteller seinen Pflichten zur Produktgestaltung nicht nachgeht, werden die Kosten von der gesamten Branche getragen [Roßnagel 2009].

Südkorea: Hersteller werden zum Ausbau von Sammelsystemen verpflichtet

Deutschland: kollektive Verantwortung erweist sich als Hemmnisfaktor

Auch die geteilte Verantwortung – Kommunen müssen die Altgeräte auf eigene Kosten sammeln, dafür können sie diese auch eigenständig wiederverwenden und verwerten – setzt (im Gegensatz zum südkoreanischen Modell) kontraproduktive Anreize. Die Hersteller verlieren das Interesse an einer nachhaltigen Produktgestaltung, wenn sie nicht die Möglichkeit haben, ihre eigenen Produkte wiederzuverwenden oder die in ihnen enthaltenen Rohstoffe zurückzugewinnen [Roßnagel 2009].

Grundsätzlich schafft das Elektrogesez einen gewissen Handlungsspielraum, indem Hersteller optional ihre eigenen Sammel- und Recyclinganlagen aufbauen dürfen. Unter den heutigen wirtschaftlichen Bedingungen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass diese Option für die Hersteller weiterhin unattraktiv bleiben wird.

Laut Roßnagel (2009) ist aber die individuelle Herstellerverantwortung vor allem durch die Profilbildung für angestrebte Produkteigenschaften zu unterstützen. Hier könnte die Ökodesign-Richtlinie ein entscheidender Hebel sein.

Ökodesign-Richtlinie als Hebel für Herstellerverantwortung?

2.4.4 Nachfrage steuern – Einkauf und Beschaffung

Die bisher diskutierten Gesetze und Maßnahmen setzen vor allem bei der Produktion und Entsorgung von Produkten und Dienstleistungen, also auf der Hersteller- und Angebotsseite an. Alternativ dazu lässt sich die Nutzung von Ressourcen auch über die Nachfrageseite verändern. Deshalb stellt die Möglichkeit des Staates, die eigene Beschaffung an bestimmten Kriterien – z. B. Ressourceneffizienz – auszurichten, eine interessante Art des Eingriffs auf der Verbrauchs- und Nachfrageseite dar. Die öffentliche Beschaffung stellt in den meisten Ländern einen wesentlichen Wirtschaftsfaktor dar: In der EU geben die öffentlichen Einrichtungen jährlich 2.000 Mrd. Euro aus, was etwa 16 % des gesamten BIPs entspricht (in Deutschland 13 % [Faulstich et al. 2009]).

Öffentliche Beschaffung in der EU: 2.000 Mrd. Euro oder 16 % des BIP

Insoweit können Regierungen durch den eigenen Verbrauch einen direkten und wesentlichen Einfluss auf die Marktentwicklung ausüben.

Gegenwärtig werden in Deutschland die Potenziale der umweltfreundlichen Beschaffung bei weitem nicht voll genutzt – laut einer EU-Studie [Bouwer et al. 2006] waren lediglich 10 % aller öffentlichen Ausschreibungen oberhalb der Schwellenwerte *Solid Green* (mehr als drei umweltbezogene Kriterien).

Deutschland: 10 %
aller Ausschreibungen
sind *Solid Green*

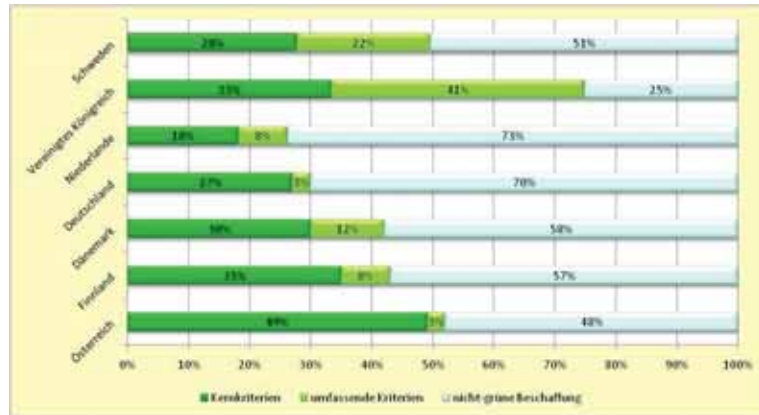


Abbildung 22: Anteil der *Grünen Beschaffung* an der gesamten öffentlichen Beschaffung ausgewählter EU-Länder. Quelle: eigene Darstellung nach Bouwer et al. 2006.

Mehrere EU-Länder haben inzwischen die Vorreiterrolle bei der öffentlichen Beschaffung übernommen. Die niederländische Regierung ist bestrebt, schon 2010 ihre Beschaffungsaktivitäten zu 100 % nach Kriterien der Nachhaltigkeit – sowohl ökologischer als auch sozialer – auszurichten. Die Kommunen sollen den gleichen Standard bis zum Jahr 2015 erreichen [Sustenuto et al. 2010]. Die Effekte solcher Maßnahmen sind spürbar: In Japan wurde bereits im Jahr 2000 das *Law on Promoting Green Purchasing* eingeführt. Drei Jahre später haben in einer Umfrage 58 % der Hersteller bestätigt, dass sich der Absatz *grüner* Produkte erhöht hat [UBA 2008].

Niederlande: Ziel
100 % grüne
Beschaffung in
Kommunen bis 2015

Entscheidend für die Ausrichtung an Ressourceneffizienzkriterien ist, dass anstelle der Anschaffungskosten die Lebenszykluskosten von Produkten und Dienstleistungen verglichen werden. So können auch innovative Geschäftsmodelle wie z. B. *Leasing* oder *Contracting* zum Einsatz kommen. Im Rahmen der Hightech-Strategie der Bundesregierung haben sich mehrere Ressorts der Bundesregierung mit hohem Beschaffungsvolumen in einer gemeinsamen Erklärung dafür ausgesprochen, bei Ausschreibung und Einkauf in der Verwaltung auf innovative und ressourcenschonende Produkte und Technologien zu setzen.

2.4.5 Gesetze flexibilisieren

Dem harten Instrument gesetzlicher Regulierung wird häufig Kosteneffizienz vorgeworfen – die Anpassungen müssen uniform vorgenommen werden, und nicht nur in den Bereichen, in denen es relativ wirtschaftlich wäre.

Die Energieeinsparverordnung lässt jetzt schon verschiedene technische Möglichkeiten zur Erreichung der Zielvorgaben zu. Eine technologieoffene Ausgestaltung stellt einen Weg zur Verbesserung der Kosteneffizienz dar.

Technologieoffene
Gesetze steigern die
Kosteneffizienz

Eine weitere Möglichkeit zur Flexibilisierung ordnungsrechtlicher Vorgaben sind sog. *Innovation Waivers*. *Innovation Waivers* ermöglichen es Unternehmen, eine Fristverlängerung und Befreiung von entsprechenden Strafzahlungen in Anspruch zu nehmen, wenn es gerade eine neue bessere Technologie entwickelt bzw. erprobt, die die Einhaltung vorgegebener Ziele mit geringeren Kosten ermöglicht. In den USA kamen *Innovation Waivers* bereits zum Einsatz, allerdings mit einem eingeschränkten Erfolg – vor allem zu kurze Fristen, mangelhafte Betreuung und geringe Rechtssicherheit machten sie unattraktiv. Die Überprüfung und Bewertung der Innovationsaktivitäten von Unternehmen bedarf gut ausgebildeter Experten.

Grenzen regulativer Maßnahmen

Es wurde schon darauf hingewiesen, dass durch Auflagen häufig ausschließlich inkrementelle Anpassungen angeregt werden können. Zum einen richten sie sich generell nach dem *Stand der Technik*. Außerdem bestehen Grenzen, die mit der Wirtschaftlichkeit bzw. Zumutbarkeit von Vorschriften zusammenhängen. Das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) verankert bspw. den Wirtschaftlichkeitsgrundsatz im § 5 folgenderweise:

Wirtschaftlichkeit
und Zumutbarkeit als
Grenze

„Die in den Rechtsverordnungen nach den §§ 1 bis 4 [insbesondere energieeinsparender Wärmeschutz in neuen Gebäuden sowie Einbau und Betrieb energiesparender Anlagentechnik im Bestand] aufgestellten Anforderungen müssen nach dem Stand der Technik erfüllbar und für Gebäude gleicher Art und Nutzung wirtschaftlich vertretbar sein. Anforderungen gelten als wirtschaftlich vertretbar, wenn generell die erforderlichen Aufwendungen innerhalb der üblichen Nutzungsdauer durch die eintretenden Einsparungen erwirtschaftet werden können. Bei bestehenden Gebäuden ist die noch zu erwartende Nutzungsdauer zu berücksichtigen.“¹⁴

Die Wirtschaftlichkeit von Investitionsmaßnahmen wird jedoch maßgeblich von den Preisverhältnissen bestimmt. Insofern können gesetzliche Regelungen auch nur in den Grenzen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ihre Wirkung entfalten. Eine mangelnde

Mangelnde
Internalisierung
externer Kosten
begrenzt die
Wirksamkeit von
Gesetzen

¹⁴ <http://www.gesetze-im-internet.de/eneg/BJNR018730976.html>

Internalisierung externer Kosten wirkt sich somit auch auf regulative Instrumente aus.

Fazit

Gesetzliche Auflagen – Gebote, Verbote, Mindeststandards – haben den Ruf, ineffizient und innovationshemmend zu wirken. Sie haben jedoch maßgeblich zur Verringerung der Umweltbelastung, Erhöhung der Energieeffizienz, Verbesserung der Qualität und Sicherheit von Gütern und Verfahren beigetragen. Auch jetzt bleibt das Instrument immer dann unvermeidlich, wenn andere Instrumente versagen oder nicht praktikabel sind.

Gesetze sind z. B. unvermeidbar, wenn es um Stoffe oder Verfahren geht, die für Menschen und Umwelt eine akute Gefahr darstellen. Verbote und obligatorische Zertifizierungen können außerdem einen erheblichen Einfluss auf den schonenden Umgang mit der Umwelt und Ressourcen nicht nur im Inland, sondern auch im Ausland haben. Nutzungspflichten können zweckmäßig sein, solange die Technologieoffenheit von Anforderungen gewährleistet ist. Durch die Kombination mit anderen Instrumenten können Gesetze dynamischer gestaltet werden, sodass größere Spielräume für Innovationen bleiben. Ein wichtiger Bereich staatlicher Einflussnahme ist die öffentliche Beschaffung. Entscheidend für die Ausrichtung an Ressourceneffizienzkriterien ist, dass anstelle der Anschaffungskosten die Lebenszykluskosten von Produkten und Dienstleistungen verglichen werden.

Der wesentliche Erfolgsfaktor für gesetzliche Regelungen ist jedoch die Möglichkeit der Sanktionierung bei Nichteinhaltung. Diese Aufgabe kann am besten durch staatliche Institutionen erfüllt werden, da diese demokratisch legitimiert und mit der nötigen faktischen Durchsetzungsmacht ausgestattet sind. Dies ist auch einer der Gründe, warum gesetzliche Regelungen häufig gerade von Unternehmerseite eingefordert werden.

3 ANWENDUNGSBEISPIELE FÜR INSTRUMENTE IN BEDÜRFNISFELDERN

3.1 Mobilität

Mobilität ist eine grundlegende Funktion des Wirtschafts- als auch des Privatlebens und ein verlässlicher Indikator für den Wohlstand einer Gesellschaft. Je größer der Wohlstand ist, desto längere Strecken werden zurückgelegt und das zumeist schneller und komfortabler. Weltweit ist ein annähernd linearer Anstieg der zurückgelegten Passagierkilometer mit dem Bruttosozialprodukt zu beobachten (siehe Abbildung 23).

Mobilität als verlässlicher Indikator für Wohlstand

Insgesamt wird damit gerechnet, dass sich der weltweite Personenverkehr bis 2050 etwa verdoppeln wird. Während in Europa nur mit einer Zunahme von ca. 50 % gerechnet wird, wird in China und Lateinamerika sogar eine Vervierfachung, in Indien immerhin noch eine Verdreifachung der jährlich zurückgelegten Personenkilometer erwartet [WBCSD 2004].

Verdopplung des weltweiten Personenverkehrs bis 2050

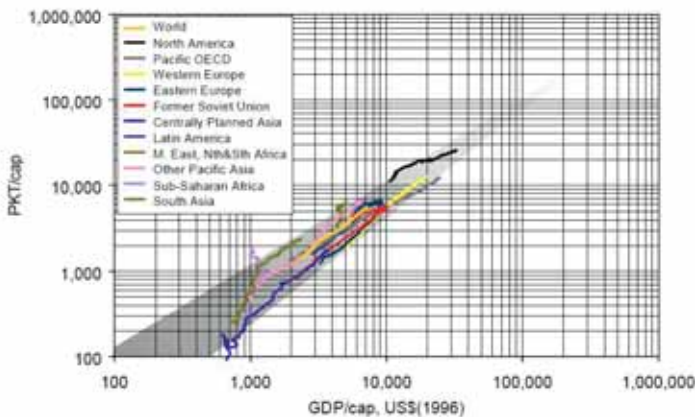


Abbildung 23: Zurückgelegte Passagierkilometer in Tausend pro Kopf (PKT/cap) in Abhängigkeit vom Bruttosozialprodukt pro Kopf (GDP/cap) für elf Weltregionen von 1950 - 2000. Quelle: Schäfer 2007.

Da die Reisezeit pro Person begrenzt ist, muss der zunehmende Reisebedarf im selben Zeitraum getätigt werden. Das erfordert immer schnellere Verkehrsmittel. Die Grafik zeigt, wie in den letzten 50 Jahren die stetige Ausweitung der Passagierkilometer durch den Übergang von Bussen und langsamen Zügen über PKW bis hin zu Flugzeugen und Hochgeschwindigkeitszügen erreicht wurde [Schäfer 2007].

Verkehrsmittel werden immer schneller

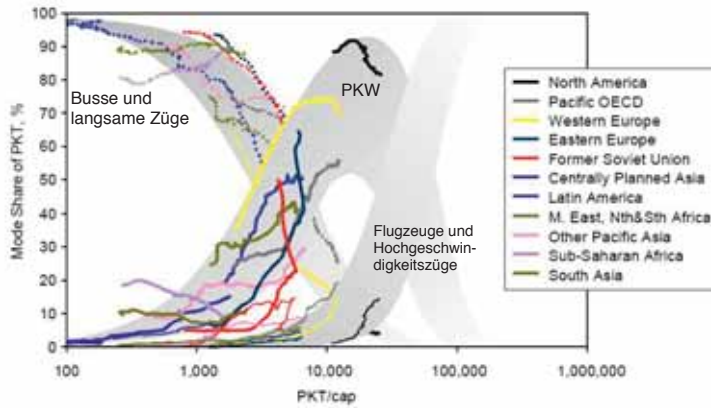


Abbildung 24: Die Ausweitung der Passagierkilometer in Tausend pro Kopf (PKT/cap) bei konstantem Zeitbudget führte im Laufe der letzten 50 Jahren zur Nutzung immer schnellerer Verkehrsmittel (Mode Share of PKT %). Quelle: Schäfer 2007.

Flugverkehr wächst überproportional

Der Flugverkehr verzeichnet daher weltweit das größte Wachstum aller Verkehrssektoren. Im Jahr 2009 wurden ca. 4.250 Mrd. Passagierkilometer zurückgelegt [ICAO 2009]. Für das Jahr 2015 gehen Prognosen von 5.700 Mrd. Passagierkilometern aus, für das Jahr 2050 schon von 14.000 bis 23.000 Mrd. (ICAO/EDF Vorhersage für mittleres ökonomisches Wachstum) [Uherek 2007]. Das wären dann bereits knapp 30 % der gesamten Passagierkilometer im Jahr 2050.

Beitrag der Mobilität zu Ressourcenverbrauch und Emissionen

Mobilität trägt weltweit maßgeblich zu Ressourcenverbrauch und Emissionen bei:

- Der Transportsektor, speziell der Straßenverkehr, ist weltweit einer der größten Verbraucher von Material, Land und Energie [WBCSD 2004].
- 50 % des weltweit verbrauchten Erdöls entfallen auf den Transportsektor [EIA 2007].
- Im Jahr 2007 war Erdöl weltweit der Rohstoff für 95 % der Kraftstoffe im Transportsektor [IEA 2010].
- Der Transportsektor hatte im Jahr 2009 einen Anteil von 23 % an den weltweiten CO₂-Emissionen [IEA 2009].
- Stahl macht ungefähr 50 % des Gewichts eines Autos aus. In Europa gehen 16 % des gesamten Stahlverbrauchs in die Automobilproduktion [ECORYS 2008].

Ressourceneffiziente Mobilität bedeutet den Bedürfnissen einer Gesellschaft mit weniger Ressourcen (Rohstoffe, Energie, etc.) und weniger Emissionen (CO₂, Rußpartikel, Schwefel, etc.) gerecht zu werden. Die Ziele einer ressourcenschonenden Verkehrspolitik lauten:

ressourcen-
effiziente Mobilität

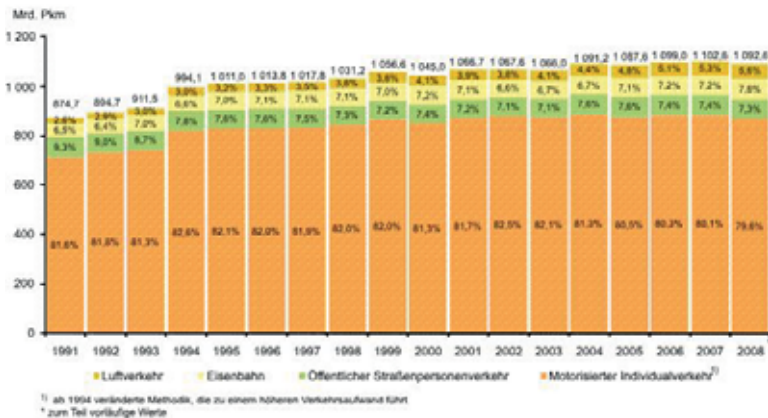
- Vermeiden
- Verlagern
- Verbessern

Soweit möglich sollten Fahrten und Transporte vermieden werden. Ist das nicht möglich, sollte der Verkehr auf möglichst ressourceneffiziente umweltschonende Verkehrsmittel verlagert werden. Wenn auch das nicht möglich ist, sollten die entsprechenden Verkehrsträger und -systeme verbessert werden, um eine möglichst ressourceneffiziente Mobilität zu gewährleisten.

Die Betrachtung der Verteilung der gefahrenen Personenkilometer auf verschiedene Verkehrsträger (*Modal Split*) in Deutschland macht deutlich, dass der motorisierte Individualverkehr das Geschehen bereits seit den 1990er Jahren mit mehr als 80 % Anteil dominiert (siehe Abbildung 25). Ein ähnliches Bild zeigt sich im Güterverkehr (siehe Abbildung 26). Dort dominiert mit mehr als 70 % der Straßengüterverkehr, allerdings mit steigender Tendenz. Insgesamt ist seit 1990 ein deutliches Anwachsen des gesamten Verkehrsaufkommens zu beobachten (Personenverkehr ca. 25 %, Güterverkehr ca. 65 %).

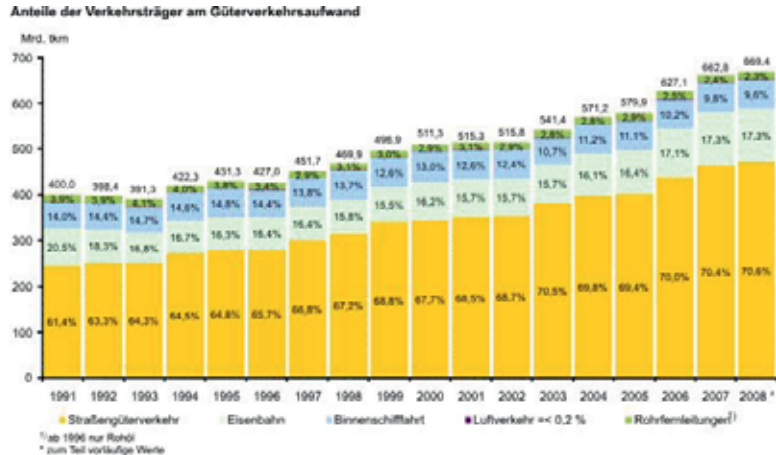
Motorisierter
Individualverkehr
und Straßengüter-
verkehr in
Deutschland
dominant

Anteile der Verkehrsträger am Personenverkehrsaufwand



Quelle: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.): Verkehr in Zahlen 2009/2010

Abbildung 25: Modalsplit des Personenverkehrs in Deutschland von 1991 - 2008. Quelle: UBA 2010a.



Quelle: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.): Verkehr in Zahlen 2009/2010

Abbildung 26: Modalsplit des Güterverkehrs in Deutschland von 1991 - 2008. Quelle: UBA 2010a.

Es stellt sich also die Frage, wie es gelingen kann, dass weniger Kilometer auf der Straße gefahren werden, dass ressourceneffizientere Verkehrsträger attraktiver werden oder zumindest die Fahrzeuge selbst ressourceneffizienter werden.

Vermeiden

Die Vermeidung von Verkehr bedeutet nicht zwangsläufig Verzicht auf Mobilität. Die zentralen Fragestellungen lauten: Welche Bedürfnisse, Verhaltensmuster und Rahmenbedingungen erzeugen Verkehr? Wie könnten alternative strukturelle und/oder technologische Lösungen aussehen? Sind diese auch umsetzbar?

Große Potenziale liegen zum Beispiel im Bereich der Stadtplanung und des Städtebaus. Es gilt kurze Wege zur Befriedigung grundlegender Bedürfnisse (Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, Freizeit, etc.) zu schaffen. Dies ist sowohl das Ziel integrierter Planungskonzepte zur Steigerung der Attraktivität von Innenstädten in Ostdeutschland (z. B. Bund-Länder-Programm Stadtumbau Ost¹⁵) als auch für komplett neu konzipierte Städte wie die CO₂-freie Stadt Masdar City in Abu Dhabi. Langfristig bieten solche Lösungen das größte Potenzial zur Verkehrsvermeidung.

Der Güterverkehr wird maßgeblich durch das Einkaufsverhalten von Händlern und Konsumenten beeinflusst. Unnötige Transporte entstehen zum Beispiel dort, wo Waren über große Strecken transportiert werden, obwohl lokale Alternativen möglich wären. So wird ein Braeburn Apfel aus Neuseeland über 23.000 km transportiert, während ein deutscher Apfel, der über den Großhandel vertrieben wird, im Schnitt nur 180 km zurücklegt (siehe Tabelle 4). Insgesamt reduziert sich der

Vermeidung
bedeutet nicht
zwangsläufig
Verzicht

Integrierte
Planungskonzepte
im Städtebau

Lokale Alternativen
vermeiden lange
Transportwege

¹⁵ Bund-Länder-Programm Stadtumbau Ost, <http://www.stadtumbau-ost.info/>

Energieaufwand bei einheimischen Äpfeln um ca. 27 % [UBA 2009]. Eine Kennzeichnung von Lebensmitteln bzgl. ihres Energieverbrauchs bis zum Konsumenten wäre eine Möglichkeit die Verbraucher über solche Unterschiede zu informieren (siehe 2.1.1).

DEUTSCHLAND	NEUSEELAND
- Erntemenge: 40 t pro Hektar	- Erntemenge: 90 t pro Hektar
- 5 Monate Kühllagerung	- keine Lagerung
- Lokale Verteilung	- Seetransport (Kühlschiffe)
- Transportweite: 183 km	- Transportweite: 23.373 km

Tabelle 4: Vergleich der Wertschöpfungskette eines Braeburn Apfels aus Deutschland und Neuseeland. Der kumulierte Energieaufwand fällt bei deutschen Äpfeln um 27 % geringer aus. Quelle: nach UBA 2009.

In vielen Bereichen wird aber auch Ware produziert, transportiert und dann nicht verkauft. Bei den meisten Printerzeugnissen ist dieser Vorgang Teil des Geschäftsmodells. Der Einzelhändler vereinbart die Rückgabe der unverkauften Ware an den Großhändler gegen Gutschrift des Warenwertes (Remission). Alleine in Deutschland werden nach Angaben des Sortimenters-Ausschuss (SoA) des Börsenvereins des deutschen Buchhandels jährlich Bücher im Wert von 750 Mio. Euro umsonst durch die Republik geschickt [Börsenblatt.net 2008]. Dies verursacht nicht nur unnötige Transporte, sondern auch Kosten entlang der gesamten Prozesskette (Verlage, Transport, Handel) von mehr als zehn Prozent des durchschnittlichen Buchverkaufswerts [Börsenblatt.net 2009]. Der Buchhandel schlägt daher die Standardisierung des Verfahrens für Remissionen vor, um dessen Komplexität zu verringern. Zur Verringerung des Transportaufkommens im Buchwesen könnten in Zukunft auch E-Books einen bedeutenden Beitrag leisten.

Geschäftsmodelle
erzeugen unnötige
Transporte

Erwartungsgemäß fallen die Zahlen für Zeitungen und Zeitschriften deutlich höher aus. Die Jahresstatistik der deutschen Pressegroßhändler, die einen Marktanteil von ca. 54 % besitzen, weist für 2009 eine mengenmäßige Remissionsquote von 38 % der an den Presseeinzelhandel ausgelieferten Exemplare auf. Die wertmäßige Remissionsquote betrug 46 % [Presse-Grosso 2009]. Somit wurden 3,86 Mrd. Exemplare produziert und ausgeliefert, aber nur 2,8 Mrd. Exemplare verkauft. Es bleibt abzuwarten, ob eine Veränderung dieses Geschäftsmodells mit elektronischen Medien erreicht werden kann.

Remissionsquote
von 38 % im
Presseeinzelhandel

Ein Trend, der das Wachstum und die Art des Güterverkehrs entscheidend mit beeinflusst, ist das überproportional starke Wachstum des Elektronischen Handels (*E-Commerce*). So wurde im Jahr 2006 für die nächsten 5 Jahre in Europa im B2C-Handel¹⁶ ein Wachstum von

Elektronischer
Handel erzeugt
starken Anstieg bei
Pakettransporten

¹⁶ B2C: Business to Consumer

jährlich 25 % vorhergesagt, was zu einer Verdreifachung des Umsatzes auf mehr als 300 Mrd. Euro im Jahr 2011 führen würde (siehe Abbildung 27). Dieses Wachstum ist auch für einen Großteil des Wachstums im Bereich der Paketauslieferung verantwortlich [DPDHL 2010].

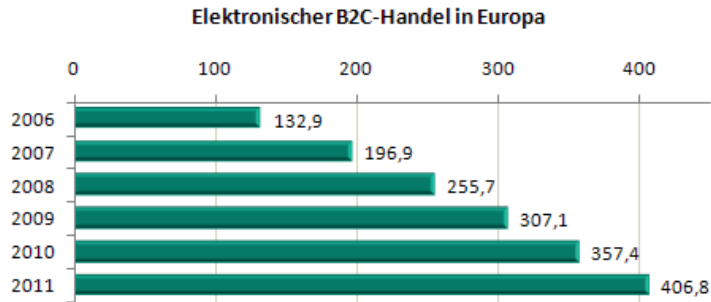


Abbildung 27: Elektronischer B2C-Handel in Europa von 2006 - 2011. Quelle: eigene Darstellung nach eMarketer 2007.

Widerrufsrecht
schafft Anreize für
zusätzliche
Transporte

Ein gravierender Unterschied beim Interneteinkauf im Vergleich zum Einkauf in einem realen Geschäft ist die fehlende Möglichkeit, die Ware vorab anzufassen oder sogar auszuprobieren. Das hat zu Folge, dass laut einer aktuellen Umfrage des DIHK (Deutscher Industrie- und Handelskammertag) jeder siebte Artikel zurückgeschickt wird. Bei Kleidung und Schuhen beträgt die Rücklaufquote sogar annähernd 30 % [DIHK 2010]. Den Kunden entstehen dabei keine Kosten, denn: „Versandhändler dürfen ihre Kunden nicht mit den Kosten für die Zusendung der Ware belasten, wenn der Kunde sein Widerrufsrecht ausübt. Dies ist das Ergebnis einer aktuellen Entscheidung des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) vom 15. April 2010 (Az. C-511/08)“ [HDE 2010]. Da es in Deutschland wegen der Regelung des § 357 Abs. 2 BGB derzeit nur für Waren unter 40 Euro möglich ist, die Kosten für die Rücksendung dem Kunden aufzuerlegen, entstehen den Kunden bei einem Widerruf meist keine Kosten für den Hin- und Rücktransport [HDE 2010]. Diese Regelungen stellen für Online-Kunden einen Anreiz dar, kostenfrei eine Auswahl an Produkten zu sich nach Hause liefern zu lassen und bei Nichtgefallen zurückzuschicken. Die Folge ist eine zusätzliche Erhöhung des Transportaufkommens im Online-Handel. Das zeigt, dass eine Regelung, die im Sinne des Verbraucherschutzes getroffen wurde, negative Effekte für die Ressourceneffizienz im Handel und beim Güterverkehr entfalten kann.

Verlagern

Verkehrsbelastung
in Städten am
größten

Die größten Belastungen erzeugt der Verkehr in den Städten. Dort finden sich nicht nur die größten Verkehrsdichten, sondern in der Regel auch die größte Anzahl unterschiedlicher Verkehrsträger. Deren Infrastruktur und Attraktivität sowie die entsprechenden Weglängen sind entscheidend für den *Modal Split* in Städten verantwortlich. In europäischen Großstädten

dominiert der motorisierte Individualverkehr. In London erreicht laut einer Studie von 2008 ein PKW in der Innenstadt nur noch eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 19 km/h. In Berlin sind es 24 km/h (Tabelle 5). London versucht das Problem seit 2003 mit einer *City-Maut* einzudämmen. Dies hat nach offiziellen Angaben zu einem Rückgang des innerstädtischen Verkehrs um 20 % geführt [Forbes 2008].

Motorisierter
Individualverkehr
dominiert

Platz	Stadt	Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h
1	London	19
2	Berlin	24
3	Warschau	26
4	Manchester	28
5	Edinburgh	30
6	Rom	30
7	Glasgow	30
8	Bristol	31
9	Paris	31
10	Belfast	32
11	München	32

Tabelle 5: Durchschnittsgeschwindigkeit für PKW in europäischen Großstädten.
Quelle: eigene Darstellung nach Forbes 2008.

Was Änderungen an der bestehenden Infrastruktur bewirken können, zeigt das Beispiel Bogota. Seit November 2000 besitzt Bogota das *Bus-Rapid-Transit-System* (BRT) *Trans Milenio*. BRT-Systeme zeichnen sich vor allem durch vom restlichen Verkehr abgetrennte, gesonderte Busspuren aus (diese können abschnittsweise auch als Hochstraßen oder in Tunneln ausgeführt sein). Ähnlich wie U-Bahnen werden sie mit sehr kurzen Taktzeiten betrieben (1 - 2 Minuten). Das System in Bogota besitzt heute eine Länge von 84 km und umfasst 114 Haltestellen. Täglich werden 1,4 Mio. Fahrgäste befördert. Das System hat einen Marktanteil von 20 %. Durch die Einführung des Systems verringerten sich die Reisezeiten für die Nutzer um 32 % und die Unfälle um 88 %. Darüber hinaus werden jährlich 134.000 Tonnen CO₂ eingespart. Aufgrund des Erfolgs des *Trans Milenio* wurde ein vergleichbares System in Mexiko Stadt eingerichtet, andere lateinamerikanische Städte sollen folgen [UNEP 2010].

Bus-Rapid-Transit-System in Bogota,
Kolumbien



Abbildung 28: Reibungsloser Busverkehr in Großstädten mit Bus-Rapid-Transit-Systemen. Haltestelle des *Trans Milenio* in Bogota [UNEP 2010]. Bildquelle: Carlosfelipe Pardo, Slow Research 2010.

TravelSmart-
Programm in
Australien

Sind bereits Alternativen wie ÖPNV, Fahrrad oder Fußweg möglich, und werden nicht ausgeschöpft, können innovative Instrumente erfolgreiche Akzente setzen. So setzt das *TravelSmart*-Programm in Australien seit fast 20 Jahren mit einer landesweiten Informationskampagne darauf, dass Bürger ihre Fahrgewohnheiten ändern, wenn sie wissensbasierte (smarte) Entscheidungen treffen können. Die Botschaft lautet „It’s how you get there that counts“. Das Programm bezieht Stakeholder mit ein, die Verkehrsnachfrage erzeugen (Arbeitgeber, Schulen, Einzelhandel, etc.) [TravelSmart 2010]. In Perth stieg die Nutzung des städtischen Schienenverkehrs in den letzten 17 Jahren von 7 Mio. auf 110 Mio. Passagiere pro Jahr [Worldwatch 2010].

Verbessern

Effizientere
Fahrzeuge sind
nötig

Die Verteilung der gefahrenen Personenkilometer auf verschiedene Verkehrsträger (*Modal Split*) macht deutlich, dass der motorisierte Individualverkehr in Deutschland das Geschehen bereits seit den 1990er Jahren mit mehr als 80 % Anteil dominiert (siehe Abbildung 25). Ein ähnliches Bild zeigt sich im Güterverkehr (siehe Abbildung 26). Dort dominiert mit mehr als 70 % der Straßengüterverkehr – Tendenz steigend. Das heißt, dass neben der Vermeidung und Verlagerung des Verkehrs vor allem auch effizientere Fahrzeuge nötig sind.

Aluminium im KFZ-
Leichtbau

In einer Studie wurde im Jahr 2007 der Ressourcenverbrauch im Automobilssektor analysiert und Potenziale für Verbesserungen beleuchtet [van de Sand et al. 2007]. Vor allem Ansätze zur Gewichtsreduktion wurden untersucht. Dabei zeigte sich für den Einsatz von Aluminium, dass leichter nicht unbedingt ressourcenschonender bedeutet. Zwar bringen 100 kg weniger Gewicht ca. 0,5 l

Treibstoffeinsparung pro 100 km, wenn aber der Material- und Energieeinsatz bei der Gewinnung der Rohstoffe mit einbezogen wird, kann weniger Gewicht auch mehr Ressourcenaufwand bedeuten. Abbildung 29 vergleicht den globalen Materialaufwand¹⁷ (*Total Material Requirement, TMR*) eines Golf A4 mit zwei hypothetischen Aluminiumleichtbauvarianten des gleichen Modells. Bei Variante 1 werden ca. 75 % des Stahls ersetzt, bei Variante 2 sind es 100 %. Ist das Verhältnis zwischen Primär- und Sekundäraluminium 1:9, so würden sich bei einer Laufleistung von 150.000 km beide Leichtbauvarianten aus Sicht des Materialaufwands lohnen. Bereits bei einem Verhältnis von 1:1 führt der hohe Energie- und Materialaufwand bei der Aluminiumerzeugung dazu, dass sich der gesamte Materialaufwand der Leichtbauvarianten gegenüber dem herkömmlichen Modell erhöht.

Total Material Requirement (TMR)

Ein etwas anderes Bild ergibt sich für die energetische Betrachtung. Dort ist ab einer Laufleistung von 75.000 km auch die 1:1 Variante insgesamt sparsamer.

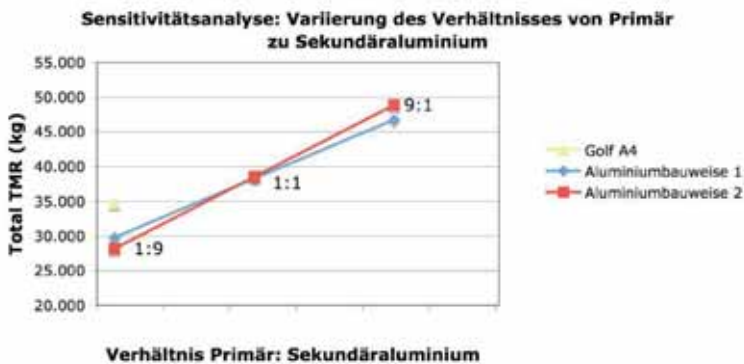


Abbildung 29: Auswirkungen des Verhältnisses von Primär- zu Sekundäraluminium auf den globalen Materialaufwand (TMR) eines Golf A4. Quelle: van de Sand et al. 2007.

Da der Bedarf an Aluminium in der Automobilindustrie in den nächsten Jahren kontinuierlich ansteigen dürfte und die durchschnittliche Lebensdauer von Fahrzeugen ca. 17,5 Jahre beträgt, kann die benötigte Menge nicht durch Sekundäraluminium aus dem Automobilbereich gedeckt werden. Das Aluminium der Neufahrzeuge steht erst 17,5 Jahre später für das Recycling zur Verfügung. Bei einer Aluminiumrecyclingquote von 80 % könnten im Jahr 2030 gerade einmal 42 % des Gesamtbedarfs mit Sekundäraluminium gedeckt werden [WBCSD 2004]. Der Wert für die weltweite Aluminiumproduktion liegt

Woher kommt das Sekundäraluminium?

¹⁷ Bei der primären Gewinnung von Rohstoffen fällt zusätzlich zu den verwertbaren Rohstoffen auch ein teilweise erheblicher Anteil von nicht verwerteten Stoffentnahmen an (z. B. Abraum, Bodenaushub, Erosion). Der globale Materialaufwand (engl. *Total Material Requirement, TMR*) umfasst die Gesamtheit dieser *ökologischen Rucksäcke*, die beim Abbau eines Primärrohstoffs anfallen.

derzeit bei ca. 30 % [GDA 2010] und wird sich aufgrund der steigenden Aluminiumnachfrage voraussichtlich auch bis 2025 nicht deutlich erhöhen [Hildebrand 2007].

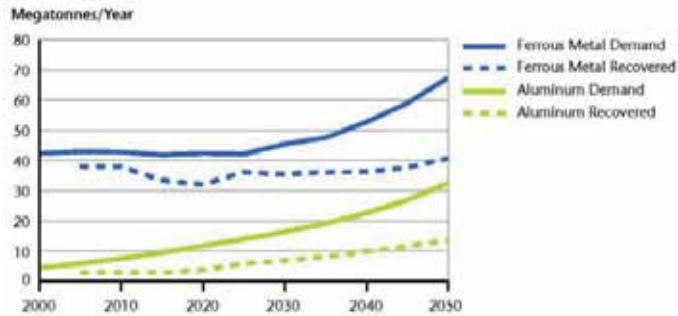


Abbildung 30: Betrachtung des Anstiegs der Nachfrage nach Stahl und Aluminium in der Automobilindustrie und der Verfügbarkeit entsprechenden Sekundärmaterials. Quelle: WBCSD 2004.

Das bedeutet, dass für den vorteilhaften Aluminiumleichtbau mit einem Verhältnis von Primär- zu Sekundäraluminium von 1:9 auch in Zukunft nicht genug Sekundäraluminium zur Verfügung stehen dürfte. Eine rein energetische Betrachtungsweise würde hier zu kurz greifen.

Lebenszyklus-
analysen
unterschiedlicher
Fahrzeugtypen

In der Literatur und bei den Instrumenten dominieren allerdings eng verknüpft mit der CO₂-Problematik meist noch energetische Betrachtungen. Lebenszyklusanalysen unterschiedlicher Fahrzeugtypen zeigen, dass sowohl die Antriebsart als auch die Fahrzeuggröße einen entscheidenden Einfluss auf die Emissionen über die gesamte Lebensdauer haben. Das liegt vor allem an den höheren Energieverbräuchen bei der Nutzung und beim Bau größerer Fahrzeuge (mehr Material und Energie).

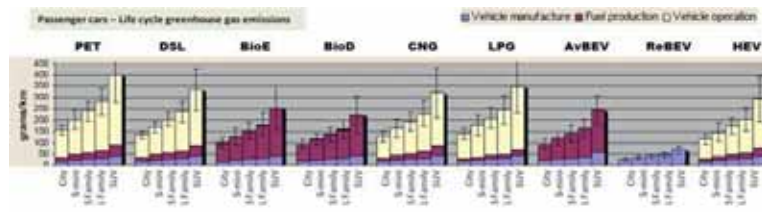


Abbildung 31: Lebenszyklusbetrachtung der Treibhausgasemissionen unterschiedlicher Fahrzeugklassen und -antriebe. Quelle: veränderte Darstellung nach Lane 2006.

In Abbildung 31 ist das Ergebnis einer Lebenszyklusbetrachtung der Treibhausgasemissionen unterschiedlicher Fahrzeugklassen und -antriebe dargestellt. Die untersuchten Kraftstoffarten (Energiespeicher) waren: Benzin (ULSP), Diesel (ULSD), Bioethanol (BioE), Biodiesel (BioD), Flüssiggas (LPG), Erdgas (CNG), Batterie mit durchschnittlichem Strommix (AvBEV), Batterie mit Ökostrom (ReBEV) und Benzin-Hybrid (HEV). Die Fahrzeuge wurden gemäß FISITA (The International

Federation of Automotive Engineering) in folgende Fahrzeuggrößen unterteilt: *Citycar* (< 900 kg), *Supermini* (900 - 1200 kg), *Small Family/MPV* (1100 - 1350 kg), *Large Family/MPV* (1300 - 1700 kg), SUV 4x4 (> 1600 kg), *Car-Derived Van* (900 - 1200 kg), *Panel Van* (1750 - 2150 kg). Die Betrachtung verdeutlicht, dass Elektrofahrzeuge, die einen durchschnittlichen Strommix tanken, kaum besser abschneiden als Fahrzeuge mit Biokraftstoffen [Lane 2006]. Das heißt, dass Biokraftstoffe bis zu einer weitreichenden Umstellung der Stromversorgung auf erneuerbare Energien, einen vergleichbaren Beitrag wie Elektrofahrzeuge zur Vermeidung von Treibhausgasen bieten. Im Jahr 2008 war Biomasse weltweit der Rohstoff für ca. 2 % der Kraftstoffe im Transportsektor [IEA 2010]. Insgesamt ist das erreichbare Substitutionspotenzial durch Biokraftstoffe beschränkt. Studien belegen, dass das Biokraftstoffziel der EU von 10 % für 2020 selbst dann nicht ohne Importe erreichbar ist, wenn die vorhandenen Flächenpotenziale nur für diese Verwendung eingesetzt würden [SRU 2007]. Diese Betrachtung verdeutlicht wie eng die Energieeffizienz mit der Ressourceneffizienz verknüpft ist. Es reicht nicht aus zu wissen wie viel Energie verbraucht wird, es ist mindestens ebenso wichtig wie diese Energie erzeugt wurde.

Strommix entscheidet über CO₂-Ausstoß von Elektroautos

Energieerzeugung ebenso wichtig wie Energieverbrauch

Aus der Lebenszyklusbetrachtung folgt, dass Instrumente entwickelt werden müssen, die dafür sorgen, dass kleinere und leichtere Fahrzeuge mit effizienteren Antrieben sowohl für Automobilhersteller als auch für Autokäufer die erste Wahl werden.

Kleinere und leichtere Fahrzeuge mit effizienteren Antrieben

Nach der gescheiterten Selbstverpflichtung der Automobilhersteller zur Reduktion der CO₂-Emissionen von Neufahrzeugen (siehe Abschnitt 2.2.1) wurde im Jahr 2008 für Europa eine gesetzliche Regelung eingeführt. Die Zielmarken lauten 120 g/km bis 2015 und 95 g/km bis 2020 [EurActive 2008]. Diese Regelung gibt den Rahmen für nationale Instrumente in der Europäischen Union vor.

Gescheiterte Selbstverpflichtung der Automobilhersteller

Im Fokus dieser Instrumente steht zumeist der Verbraucher. Der Kauf eines PKW stellt eine langfristige Investition dar. Die durchschnittliche Lebensdauer eines PKW in Deutschland betrug im Jahr 2006 immerhin 12 Jahre [Borchers 2008]. Der Kauf eines bestimmten Fahrzeugtyps entscheidet also darüber, wie viele Ressourcen durch die Nutzung in den kommenden 12 Jahren verbraucht werden, da annähernd 80 % des Energieverbrauchs eines Autos auf die Nutzung entfallen. Bei dieser Investitionsentscheidung setzt die KFZ- oder Erstzulassungssteuer an. In vielen europäischen Ländern wird diese Steuer genutzt, um eine mehr oder weniger starke Lenkungswirkung hin zu spritsparenden, CO₂-armen Fahrzeugen zu erreichen. So steigt zum Beispiel die Erstzulassungssteuer in Norwegen ab einem Wert von 120 g/km CO₂ sehr stark an [OECD 2009]. Zusätzlich werden Steuern auf Gewicht, Hubraum und Leistung erhoben. So wäre für ein Auto mit 1.600 kg, 2.000 cm³, und 140 kW eine Zulassungsabgabe von 27.624 Euro fällig [OECD 2006]. Ähnlich hohe Steuern für die Erstzulassung werden in Dänemark erhoben, wo die

Verbraucher im Fokus der Instrumente

Zulassungssteuern in Norwegen und Dänemark

Mengensteuerung
bei der Zulassung
von Neuwagen in
Singapur

Abgabe bei größeren Autos mehr als das doppelte des Verkaufswerts betragen kann. Die Abschläge für spritsparende Fahrzeuge können einige tausend Euro betragen. Verbraucht das Fahrzeug mehr als ca. 5 - 6 Liter werden zusätzliche Beträge fällig¹⁸ [Danish Ministry of Taxation 2008]. Es überrascht also nicht, dass Dänemark im Jahr 2008 in der Statistik der durchschnittlichen CO₂-Werte für Neufahrzeuge in Europa mit einer Reduktion von 160 auf 146 gCO₂/km vom 12. auf den 4. Platz vorrückte [T&E 2008].

Die direkte Regulation der Zahl der Neufahrzeuge verfolgt Singapur mit dem *Certificate of Entitlement (COE)*. Der Erwerb eines COE berechtigt den Besitzer für 10 Jahre ein entsprechendes Fahrzeug zu anmelden. Jeden Monat werden COEs in fünf Kategorien versteigert. Nach 10 Jahren muss ein neues COE erworben werden oder das Auto muss verkauft bzw. verschrottet werden. Da eine erneute Anmeldung in der Regel nicht finanziell attraktiv ist, gibt es in Singapur kaum PKWs, die älter als 10 Jahre sind.



Abbildung 32: Freies Parken für ladende Elektrofahrzeuge in Berlin. Bildquelle: Wikimedia/Chrischerf.

Privilegien für
Fahrzeuge mit
alternativen
Antrieben

Ein Weg, um die Emissionen durch den Straßenverkehr in den Städten zu vermindern, sind Privilegien für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben. Bei der Analyse einzelner Komponenten eines umfangreichen schwedischen Anreizprogramms hat sich herausgestellt: Die größte Auswirkung auf die Kaufentscheidung hatte die Bereitstellung exklusiver Parkplätze für alternative Fahrzeuge und die Befreiung von der obligatorischen Stockholmer *Congestion Charge*. Die Autoren der Studie kamen aber auch zu dem Schluss, dass es nicht ausreicht, potenzielle

¹⁸ Die jährliche KFZ-Steuer ist dann nochmal abhängig vom Verbrauch und rangiert bei Dieselfahrzeugen von ca. 20 Euro bei einem Verbrauch von 3,1 l/100 km bis zu 3.300 Euro bei einem Verbrauch von mehr als 19,6 l/100 km.

Nachteile alternativer Kraftfahrzeuge auszugleichen, sondern, dass diese im Vergleich zu konventionellen Autos besser gestellt werden müssen [BEST 2009].

Die Bundesregierung wird 2011 eine Kennzeichnungsverordnung für Elektrofahrzeuge (40. BImSchV) vorlegen, die mit Strom aus erneuerbaren Energien betrieben werden. Damit soll in ähnlicher Weise wie oben beschrieben die Voraussetzung für eine Privilegierung von Elektrofahrzeugen geschaffen werden, z. B. durch kostenloses Parken oder die Nutzung von Busspuren. Gleichzeitig sollen solche praktischen Nutzervorteile die Anschaffung von Elektrofahrzeugen attraktiver machen [BMW/BMU 2010].

Kennzeichnungs-
verordnung der
Bundesregierung
für
Elektrofahrzeuge

Dazu müssen solche Fahrzeuge aber erst mit einem vergleichbaren Komfort und Preis zur Verfügung stehen. Notwendig sind insbesondere FuE-Maßnahmen in den Bereichen Energiespeicher (Batterien), Fahrzeugtechnik, System- und Netzintegration sowie Rohstoffverfügbarkeit [Bundesregierung 2009]. Laut einer Studie von 2009 werden sich die Investitionen in die CO₂-Reduktion in den nächsten zehn Jahren weltweit auf rund 300 Mrd. Euro belaufen – davon werden 50 Mrd. Euro auf alternative Antriebe wie Hybrid- oder Elektroantrieb entfallen. Da aktuelle Elektroautos noch wesentlich teurer als konventionelle Fahrzeuge sind, hat sich im Kampf um die Marktführerschaft ein internationaler Subventionswettbewerb entwickelt. So unterstützt Großbritannien den Kauf von Elektrofahrzeugen ab 2011 mit 2.500 bis 6.000 Euro, China mit etwa 6.500 Euro, Japan sogar mit bis zu 11.000 Euro [Wyman 2009]. Deutschland hat sich unlängst gegen eine Absatzförderung entschieden, da es nur wenige Angebote meist ausländischer Hersteller im Markt gibt und kaum Infrastruktur zum Laden der Fahrzeuge vorhanden ist [Andresen et al. 2010].

Markteinführungshilfe: Subventionen für den Kauf von Elektrofahrzeugen

Sollten sich wie geplant ab 2020 Elektroautos in Deutschland in der Breite durchsetzen, so würde das Mineralölsteueraufkommen von derzeit fast 40 Mrd. Euro jährlich deutlich reduziert. Eine mögliche Lösung wäre daher der Übergang zu einem nutzungsabhängigen Mautsystem. Zusätzlicher Vorteil eines solchen Systems wäre die Möglichkeit zeitabhängig unterschiedlich hohe Gebühren für unterschiedlich stark genutzte Strecken zu erheben. Die Niederlande planen ein solches System im Jahr 2012 einzuführen. Derzeit wird allerdings noch massiv über Datenschutzprobleme diskutiert [dradio 2010].

Nutzungsabhängiges Mautsystem

Ein derzeit noch relativ wenig genutztes Potenzial für die Verbesserung der Ressourceneffizienz des motorisierten Individualverkehrs sind die Fahrzeugnutzer. Es reicht nicht aus, effiziente Technologien zu entwickeln, sondern auch der Umgang der Nutzer mit der Technologie sollte in die Effizienzbetrachtung einbezogen werden. Was ein ressourceneffizienter Fahrstil bewirken kann, bewies eine Spritspar-Schulung mit Fahrern einer Fahrbereitschaft des Bundesumweltministeriums. Im Vergleich zur gewohnten Fahrweise

Ressourcen-
effiziente Fahrstile
fördern

senkten die Fahrer mit dem neuen Fahrstil ihren Spritverbrauch um durchschnittlich 24 %, in einzelnen Fällen sogar um mehr als 30 % [BMU 2006].

Automobilhersteller und Zulieferer entwickeln vermehrt nutzerzentrierte Feedbacksysteme, die den Nutzern im Fahrzeug signalisieren, mit welchen Verhaltensweisen sie Kraftstoff einsparen können. Neben der klassischen optischen Anzeige werden auch haptische Signale genutzt. So hat zum Beispiel Continental ein Gaspedal entwickelt, das durch sanftes Klopfen andeutet, dass der Fahrer im nächsthöheren Gang sparsamer unterwegs wäre. Während kaum die Hälfte der Testfahrer auf optische Schaltempfehlungen reagierte, befolgten 93 % die Spartipps am Fuß und nutzten signifikant öfter die Gänge 5 und 6. Weitere Ansätze setzen auf teilautomatisierte Fahrprogramme und satellitengestützte Anpassung an Streckenprofile. In Tests konnte mit diesen Systemen der Spritverbrauch um bis zu 15 % reduziert werden. Abbildung 33 zeigt das Display eines Fahrprogramms im Eco-Profil. Neben dieser Einstellung wird auch noch ein Sport- und Komfort-Profil angeboten.



Abbildung 33: Display eines Eco-Profiles. Das teilautomatisierte Fahrprogramm unterstützt eine spritsparende Fahrweise. Quelle: Continental Automotive 2010.

Es wird erwartet, dass solche Fahrprogramme vor allem auch bei Elektrofahrzeugen eine größere Rolle spielen werden. Dort sollen Effizienzprogramme auch dazu dienen bei fast geleerter Batterie die Fahrt bis zur nächsten Ladesäule zu ermöglichen [VDI nachrichten 5.11.2010].

Fazit

Ressourceneffiziente Mobilität bedeutet den Bedürfnissen einer Gesellschaft mit weniger Ressourcen (Rohstoffe, Energie, etc.) und weniger Emissionen (CO₂, Rußpartikel, Schwefel, etc.) gerecht zu werden. Die Ziele einer ressourcenschonenden Verkehrspolitik lauten: Vermeiden, Verlagern, Verbessern. Soweit möglich sollten Fahrten und Transporte vermieden werden. Ist das nicht möglich, sollte der Verkehr auf möglichst ressourceneffiziente umweltschonende Verkehrsmittel verlagert werden. Wenn auch das nicht möglich ist, sollten die entsprechenden Verkehrsträger

und -systeme verbessert werden, um eine möglichst ressourceneffiziente Mobilität zu gewährleisten.

Große Potenziale liegen im Bereich der integrierten Stadtplanung und des Städtebaus. Verkehr kann vermieden werden, indem kurze Wege zur Befriedigung grundlegender Bedürfnisse (Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, Freizeit, etc.) geschaffen werden. Wird die Verkehrsdichte in Städten zu groß, kommen Instrumente zur Anwendung, die den Verkehr beschränken sollen (z. B. City Maut).

Im Transport- und Logistiksektor wird trotz erheblicher Effizienzverbesserungen in den kommenden Jahren mit deutlichen Verkehrszuwächsen gerechnet. Die großen Steigerungsraten im Online-Handel erzeugen vor allem bei Paketdiensten zusätzliche Lieferungen und Retouren. Aber auch in anderen Bereichen (z. B. Zeitschriften) wird Ware produziert und transportiert, die letztlich nicht verkauft wird oder den Empfänger aufgrund ineffizienter Systeme über erhebliche Umwege erreicht.

Die Verlagerung von Verkehr gilt oft als schwierig, da vor allem Gewohnheiten und Verhaltensmuster von Verkehrsteilnehmern adressiert werden müssen. Das australische *TravelSmart*-Programm zeigt aber, dass auch Informationskampagnen beachtliche Erfolge erzielen können.

Dennoch erfordert der motorisierte Individualverkehr in Deutschland mit einem Anteil von 80 % an den gefahrenen Personenkilometern auch ressourceneffizientere PKW. Da die angestrebte Reduktion der CO₂-Emissionen von PKW mit einer Selbstverpflichtung der Hersteller nicht erreicht wurde, kommt dort nun folgerichtig eine EU-Regelung zum Einsatz. Eine Möglichkeit zur Ressourcenschonung sind leichtere Fahrzeuge. Die Ressourcenbetrachtung des Aluminiumleichtbaus zeigt allerdings, dass lange Lebensdauern zu einer Verknappung von Sekundärrohstoffen führen können. Mittel- und langfristig sollen die PKWs mit Verbrennungsmotoren in Zukunft durch Elektrofahrzeuge abgelöst werden. Deren Emissionen und Ressourceneffizienz werden maßgeblich durch die Art der Stromerzeugung beeinflusst. Derzeit versuchen Staaten wie Großbritannien, China und Japan die Entwicklung des heimischen Markts für Elektromobilität mit Subventionen für Käufer zu beschleunigen.

Der größte Hebel für ressourceneffiziente Mobilität liegt am Ende der Wertschöpfungskette beim Verbraucher. Instrumente sollten nicht nur beim persönlichen Mobilitätsverhalten ansetzen, sondern auch aufzeigen, wo unser Verhalten (z. B. Einkauf) Verkehr erzeugt. Bei der Ausgestaltung gesetzlicher Regelungen sollte auf Folgen für die Ressourceneffizienz geachtet werden (z. B. zusätzliche Transporte).

3.2 Ernährung

Global zählt die Herstellung von Nahrungsmitteln zu den ressourcenintensiven Wirtschaftszweigen. Bereits heute beansprucht die Produktion von Produkten für die menschliche Ernährung einen großen Anteil der natürlichen Ressourcen:

- Rund 70 % des global genutzten Süßwassers fließen in die Landwirtschaft.
- Durch unsachgemäße Düngung gehen bis zu 70 % der eingesetzten Düngermenge verloren und belasten Grundwasser (Nitrat) und Atmosphäre (Lachgas).
- Zwischen 17 und 32 % der globalen Treibhausgasemissionen (THG) stammen aus der Landwirtschaft. In Deutschland sind Straßenverkehr und Landwirtschaft mit etwa gleichen Teilen am nationalen THG-Ausstoß beteiligt.
- Rund 11 % der globalen Landflächen werden für die Landwirtschaft und 26 % für die Weidewirtschaft beansprucht [FAO 2009]. Rund 80 % aller landwirtschaftlich genutzten Flächen werden direkt (Weide) oder indirekt (Futter) für die Herstellung tierischer Produkte genutzt.
- Die Hälfte der globalen Fischbestände operieren am Produktionslimit, weitere 30 % gelten als überfischt [UNEP 2010a].

17 - 32 % der globalen Treibhausgasemissionen stammen aus der Landwirtschaft

Angesichts der globalen Entwicklungen – Zunahme der Weltbevölkerung, Anstieg des Fleischkonsums in Schwellen- und Entwicklungsländern – wird sich der Bedarf an Ressourcen für die menschliche Ernährung in Zukunft noch deutlich erhöhen. Bis 2050 werden global 70 % bis 100 % mehr Nahrungsmittel als heute benötigt [Godfray et al. 2010]. Da eine Ausweitung der landwirtschaftlichen Flächen kaum mehr möglich ist, bedeutet das zwangsläufig, dass die Ressourceneffizienz im Bedürfnisfeld Ernährung massiv gesteigert werden muss, um diesen erhöhten Bedarf zu decken. Die Produktivität der landwirtschaftlichen Flächen müsste dafür verdoppelt werden [Montgomery 2007].

Effizienz in der Ernährung bedeutet, mit minimalem Ressourcenverbrauch (Wasser, Energie, Boden) möglichst viele Menschen zu ernähren. Dafür müssen entlang der gesamten Wertschöpfungskette die Potenziale erschlossen werden [Ploetz, Reuscher und Zweck 2009].

Technologisch gesehen sind noch viele Potenziale vorhanden, um die Nahrungsmittelproduktion ressourceneffizienter zu gestalten. Der folgende Abschnitt beschreibt, an welchen Stellen der Wertschöpfungskette die größten Potenziale bestehen und welche Instrumente dazu beitragen, diese Potenziale zu erschließen.

Bis 2050 werden global 70 - 100 % mehr Nahrungsmittel benötigt

Potenziale für mehr Ressourceneffizienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette

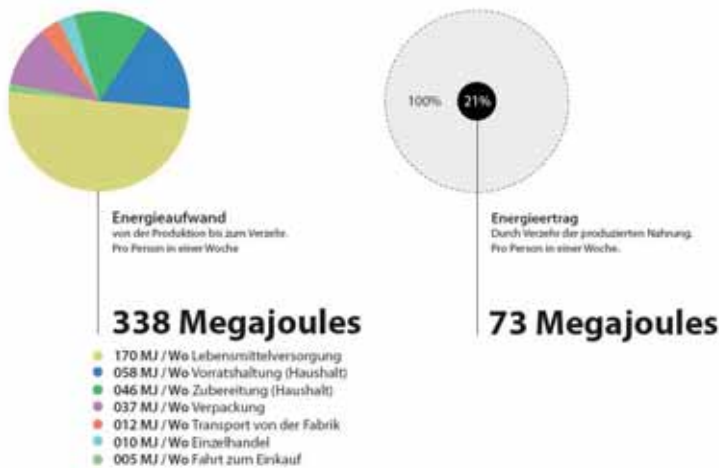


Abbildung 34: Der größte Energiebedarf in der Wertschöpfungskette Ernährung liegt in der Landwirtschaft und beim Verbraucher. Quelle: eigene Darstellung nach Science 2010.

Betrachtet man die Energiebilanz verschiedener Stufen der Wertschöpfungskette von Nahrungsmitteln (Abbildung 34), wird deutlich, dass der größte Energieverbrauch am Anfang und am Ende der Wertschöpfungskette liegt: in der Landwirtschaft und beim Verbraucher. Die ganze Kette der Nahrungsmittelverarbeitung und der Transport spielen im Vergleich eine untergeordnete Rolle. Damit liegen die größten Hebel auf der Input-Seite, also bei den Betriebsmitteln und in der Landwirtschaft selbst und auf der Output-Seite, also beim Verbrauch bzw. der Nutzung.

Hebel Nr. 1: Input (Betriebsmittel, Landwirtschaft)

Verschiedene Instrumente können dazu beitragen, den Einsatz von Ressourcen direkt am Anfang der Wertschöpfungskette zu reduzieren. In vielen Ländern werden diese Betriebsmittel (z. B. Wasser, Treibstoffe für Landmaschinen, Dünger, Saatgut) häufig mit der Begründung subventioniert, die heimische Landwirtschaft zu stützen und die Lebensmittelpreise für die breite Bevölkerung niedrig zu halten. Anreize zum sparsamen Umgang mit Ressourcen werden damit nicht gesetzt. Doch es gibt Beispiele, die zeigen, dass auf der Input-Seite ein wesentlicher Hebel für mehr Ressourceneffizienz besteht:

Ein interessantes, wenn auch unfreiwilliges Experiment stellt die radikale Veränderung der kubanischen Landwirtschaft von einer input-intensiven zu einer integrierten, organischen Landwirtschaft in den neunziger Jahren des 20. Jahrhunderts dar. Kuba hatte bis zum Zusammenbruch der Sowjetunion Zugang zu Treibstoff für Traktoren, billigem synthetischen Dünger und Pestiziden und setzte diese auch entsprechend großzügig in einer stark industrialisierten Landwirtschaft ein. Nach den weltpolitischen Veränderungen von 1989 war Kuba plötzlich von dieser

Energieverbrauch am Anfang und am Ende der Wertschöpfungskette am größten

Subventionen für Betriebsmittel mindern Anreize für sparsamen Ressourceneinsatz

Kuba: politische Umbrüche bereiten den Weg für eine integrierte Landwirtschaft

Boom der Forschung zu
biologischer
Schädlingsbekämpfung

Quelle abgeschnitten und hatte u. a. aufgrund des US-Handelsembargos keine Möglichkeiten, sich alternative Quellen zu verschaffen. So sank die Verfügbarkeit von synthetischem Dünger zwischen 1990 und 1993 um 80 % [Wright 2009]. Die folgenden Umbrüche in der kubanischen Landwirtschaft wurden detailliert untersucht. Nach 20 Jahren Laufzeit dieses unfreiwilligen *Experiments* zeigte sich, dass der Einsatz von Dünger und Pestiziden massiv reduziert wurde. Statt Traktoren wurden Ochsenespanne zur Bodenbearbeitung eingesetzt, es wurde in nationale Forschung zu biologischer Schädlingsbekämpfung, zu Rotationssystemen, dem Einsatz von Zwischensaaten und einer gezielten Bewirtschaftung der organischen Substanz im Boden investiert. Durch eine Abschaffung der Steuer auf landwirtschaftliche Aktivitäten in den Städten kam es zu einem Boom der *Urban Agriculture*. 1998 hatte Havanna etwa 26.000 städtische Gärten, die 540.000 Tonnen Obst und Gemüse pro Jahr produzierten. Ein umfangreiches Beratungsprogramm für Landwirte wurde etabliert. Viele der staatlich organisierten Landwirtschaftsbetriebe wurden in kleinere Einheiten umstrukturiert. Eine Nahrungsmittelkrise konnte damit abgewendet werden [Wright 2009].



Abbildung 35: Durch die politischen Umbrüche der 90er Jahre hatte die kubanische Landwirtschaft keinen Zugang zu Pestiziden, Dünger und Traktordiesel. Die folgende Abschaffung der Steuer auf landwirtschaftliche Aktivitäten in den Städten führte zu einem Boom der *Urban Agriculture*.
Bildquelle: Jennifer Cockrall-King, foodgirl.ca 2010.

Auch in der EU gab und gibt es Versuche, den Ressourcenverbrauch der Landwirtschaft und des Ernährungssektors auf der Input-Seite, also bei den Betriebsmitteln zu reduzieren. Dazu zählt beispielsweise die in einigen EU-Mitgliedsstaaten in den 90er Jahren eingeführte Stickstoffabgabe. Der Erfolg dieser Maßnahmen kann als gemischt

angesehen werden [Rugoor et al. 2001]: So war die Stickstoffabgabe in Österreich, Finnland und Schweden mit 10 bis 72 % des Düngerpreises zu niedrig, um eine tatsächliche Lenkungswirkung zu erzielen. In Österreich reichte die Düngemittelindustrie die Mehrkosten anfangs nicht einmal an die Landwirte weiter – es gab also keine monetären Anreize zur Einsparung von Stickstoffdünger. Dennoch konnte in diesem Zeitraum eine Reduktion des Stickstoffeinsatzes in der Landwirtschaft beobachtet werden. Die Autoren der Evaluierung folgern daraus, dass auch andere Faktoren wie wachsendes Umweltbewusstsein eine Rolle gespielt haben könnten.

Österreich: niedrige Stickstoffabgabe zeigt keine Lenkungswirkung

Als gescheitert müssen dagegen die bisherigen Versuche angesehen werden, die Befischung der europäischen (und globalen) Fischbestände in einem nachhaltigen Maß zu halten: Derzeit operieren über die Hälfte der Fischereien weltweit am Produktionslimit; weitere 30 % sind bereits überfischt. Fisch und Meeresfrüchte decken derzeit 20 % des globalen Bedarfs an tierischem Eiweiß [Evans 2009]. Als ein zentrales Problem in der EU wird dabei die Überkapazität der europäischen Fischereiflotte – also ein Überangebot des Betriebsmittels Schiff – angesehen.

Europäische Fischereipolitik: Überkapazitäten verhindern nachhaltige Befischung

Doch eine genaue Analyse der europäischen Fischereipolitik zeigt, dass die Reduktion der Fischereiflotte alleine noch nicht genügt, um einen nachhaltigen und ressourceneffizienten Umgang mit der Ressource Fisch zu bewirken. Als weitere Gründe für das Scheitern der europäischen Fischereipolitik werden genannt [Khalilian et al. 2010]:

1. Die *erlaubten Fangquoten (Total Allowable Catch, TAC)* sind zu hoch; sie übersteigen die Reproduktionsraten. Die Kommission und der Ministerrat ignorieren die jährlichen Empfehlungen der Wissenschaft.

2. Durch *Subventionen* werden die falschen, teilweise sogar widersprüchlichen ökonomischen Signale gesetzt. So wurden seit 1994 ca. 1,4 Mrd. Euro in die Verschrottung von veralteten Schiffen gesteckt. Im gleichen Zeitraum wurde mit 1,2 Mrd. Euro der Bau neuer Schiffe unterstützt [Fishsubsidies 2010]. Das ist kein speziell europäisches, sondern ein globales Problem: Laut einer UN-Studie wäre die wichtigste und sinnvollste Maßnahme zu einem nachhaltigen Umgang mit der Ressource Fisch eine Reduktion der globalen Subventionen für die Fischerei, die derzeit etwa 30 Mrd. USD betragen [UNEP 2010a].

Subventionen für Bau und Verschrottung von Schiffen

3. Die *rechtliche Grundlage* ist kompliziert, intransparent und widersprüchlich. Bürokratische Detailregelungen (über 2.000 Einzelbestimmungen) machen die Umsetzung der geltenden Gesetze schwierig, zumal der Gesetzesvollzug häufig lax gehandhabt wird.

Bürokratie und intransparente Rechtsgrundlagen

Ein Pilotprojekt des dänischen Fischereiministeriums zeigt alternative Wege auf: Hier wurden auf mehreren Fischkuttern Kameras installiert, die auf See filmten, was die Fischer fingen und ob sie sich dabei an die Vorschriften hielten. Die Teilnahme an dem Programm war freiwillig; ein Anreiz für die Teilnahme war die Zuteilung einer höheren Fangquote.

Dänemark: Pilotprojekt zu freiwilliger Überwachung reduziert den Beifang

Den Fischern wurde eine Gesamtfangquote zugeteilt, in der alles gezählt wird, was an Bord kommt. Durch diese Maßnahme konnte z. B. die Menge des über Bord geworfenen Beifangs erheblich reduziert werden, da der Fischer ein hohes Eigeninteresse hat, von vorneherein möglichst wenig verbotene oder zu kleine Fische zu fangen [Dalskov/Kindt-Larsen 2009]. Die Beifangmenge in der EU wird auf die gleiche Größenordnung geschätzt wie der tatsächlich angelandete Fisch.

Das Hauptproblem der Ressource Fisch ist jedoch, dass sie als bewegliches Gut ein Gemeinschaftsgut darstellt, an der keine eindeutig definierten und ausschließlichen Eigentumsrechte festgelegt werden können. In Systemen mit vielen Akteuren und wenig gegenseitiger sozialer Kontrolle dieser Akteure ist die Übernutzung solcher Ressourcen vorprogrammiert [Ostrom 1990].

Die Übernutzung von
Gemeinschaftsgütern ist
ohne Gegensteuern
vorprogrammiert



Abbildung 36: Durch die freiwillige Installation von Kameras auf Schiffen kann die Menge des Beifangs wirksam reduziert werden. Die Abschaffung schädlicher Subventionen und weniger Bürokratie sind ebenfalls wichtige Voraussetzung für mehr Ressourceneffizienz auf See. Bildquelle: DTU Aqua 2010 (linkes Bild), J.Dalskov, DTU Aqua 2010 (rechtes Bild).

Diese Gemeinschaftsgüterproblematik gilt nicht nur für die Fischerei, sondern auch für die Landwirtschaft. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) sieht die Landwirtschaft nicht nur als Nahrungsmittelproduzent an, sondern auch als Bereitsteller des öffentlichen Guts *Umwelt- und Naturschutz* (z. B. Klimaregulation, Bodenkonservierung, Biodiversitätserhalt). Diese Leistungen werden bislang jedoch in der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP) nicht ausreichend entlohnt.

Vorschlag zur EU-
Agrarreform:
Transferzahlungen an
ökologische Leistungen
der Landwirtschaft
koppeln

Deshalb schlägt der SRU vor, die Transferzahlungen an Landwirte künftig an deren Beitrag zur Bewahrung des öffentlichen Guts *Umwelt und Naturschutz* zu koppeln [SRU 2009]. Geschehen soll dies:

- über eine ökologische Grundprämie, die für die Bereitstellung von 10 % landwirtschaftlicher Nutzfläche als ökologische Vorrangflächen gezahlt wird,

- durch Agrarumweltmaßnahmen,
- durch die Förderung von Naturschutzleistungen.

Damit wird das Grundprinzip der Subventionierung landwirtschaftlicher Aktivitäten in der EU (bis 2013 werden diese etwa 32 % des EU-Haushalts ausmachen) nicht infrage gestellt. Es werden lediglich die Kriterien für die Vergabe verändert.

Radikaler ist der Ansatz, der in Neuseeland verfolgt wurde. Hier wurden bereits Mitte der 80er Jahre die Agrarsubventionen komplett abgeschafft. Die Agrarsubventionen machten zuvor etwa 30 % der gesamten Wertschöpfung in der Landwirtschaft aus. Als Ausgleichsmaßnahme wurde den Landwirten eine einmalige Aufgabepremie angeboten. Im Gegensatz zu Erwartungen der Politik und Befürchtungen der Branchenvertreter, verließ letztendlich lediglich etwa 1 % aller Betriebe das Geschäft.

Neuseeland:
Agrarsubventionen
wurden komplett
abgeschafft

Nach dem anfänglichen Preisschock (Grundstückpreise sanken um etwa 60 %) wurden positive ökologische und ökonomische Auswirkungen schnell deutlich. Der Verbrauch von Pestiziden hat sich halbiert, der Viehbestand wurde erheblich reduziert, auch die Bodenerosion hat sich verlangsamt. Entwaldung und Gewinnung marginaler landwirtschaftlicher Flächen hat sich noch 1995 auf einem vernachlässigbaren Niveau etabliert. Gleichzeitig stiegen die Produktivität, Produktdiversität und Anzahl von Beschäftigten in der Landwirtschaft. Heutzutage sind neuseeländische Landwirte nicht weniger wettbewerbsfähig als ihre hochsubventionierten Konkurrenten aus der EU, den USA und Japan [MAF 2010]. In der Rückschau sieht das Ministerium die Abschaffung der Subventionen als eine notwendige, aber noch nicht ausreichende Maßnahme an, um eine nachhaltigere und ressourceneffizientere Landwirtschaft zu fördern.

Keine negativen
Auswirkungen auf die
Wettbewerbsfähigkeit

In Zukunft werden vielmehr massive Investitionen in Forschung und Entwicklung notwendig sein, um die Trendwende von der ressourcenintensiven hin zu einer wissensbasierten Nahrungsmittelproduktion zu erreichen. Verschiedene Studien und Szenarien für die Landwirtschaft der Zukunft [Evans 2009, Godfray et al. 2010] zeichnen das Bild einer integrierten, vielseitigen, vernetzten Nahrungsmittelproduktion. Dies beinhaltet u. a.:

Forschung als Schlüssel
für eine Trendwende zu
einer wissensbasierten
Landwirtschaft

- Erträge der Anbausysteme durch Investitionen in geeignete Technologien und Management steigern,
- Produktivitätsgrenzen einzelner Kulturen steigern (Züchtung, Biotechnologie),
- Abfälle im Ernährungssektor reduzieren,
- Nahrungszusammensetzung verändern (weniger Fleisch, mehr Getreide),

- Management der Viehbestände,
- Ausbau der Aquakultur.

Zunehmend rücken dabei systemorientierte Ansätze in den Blick; die Verbesserung einzelner Kulturpflanzen wird als eine, aber nicht als die einzige Maßnahme angesehen, um mehr Nahrung mit weniger Ressourceneinsatz zu produzieren. Die Einbeziehung der Landwirte in die Forschung spielt dabei eine entscheidende Rolle, um Innovationen schnell umzusetzen und auf ihre Praxistauglichkeit zu überprüfen [Evans 2009].

In der Realität haben jedoch in den letzten 15 Jahren die Investitionen in die internationale Agrarforschung um ca. 50 % abgenommen [Evans 2009]. Im Jahr 2000 wurden weltweit 23 Mrd. USD an öffentlichen Mitteln für Agrarforschung aufgewendet – eine Summe, die die FAO (Food and Agriculture Organization) für viel zu niedrig hält [FAO 2010]. Dieser Trend soll nun umgekehrt werden: Die Consultative Group on International Agriculture Research (CGIAR) plant, in diesem Jahr das Budget ihrer 15 weltweiten Forschungszentren von 500 Mio. auf 1 Mrd. USD zu steigern. Ob dies von den privaten und öffentlichen Geldgebern getragen wird, ist noch unklar [Gilbert 2010].

In den letzten 15 Jahren haben Investitionen in Agrarforschung um 50 % abgenommen

Hebel Nr. 2: Konsum und Nutzung

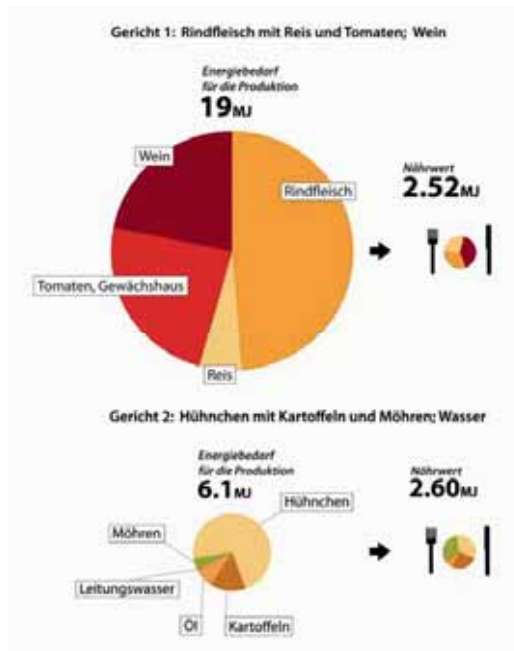


Abbildung 37: Rindfleisch mit Reis und Tomaten oder Hühnchen mit Kartoffeln und Karotten? Bezogen auf die Energiebilanz macht dies einen großen Unterschied – bei gleichem Nährwert der Mahlzeit. Doch solche Informationen sind derzeit für den Verbraucher nicht schnell und unkompliziert verfügbar. Quelle: eigene Darstellung nach Science 2010.

Der Beitrag des Konsums zum Ressourcenverbrauch im Bereich Ernährung wird häufig unterschätzt. Tatsächlich wird jedoch ein gutes Drittel des Energiebedarfs durch die Lagerung von Lebensmitteln und die anschließende Zubereitung verbraucht (Abbildung 34). Durch die Auswahl der Nahrungsmittel hat der Verbraucher einen hohen Einfluss auf den Energie- und Ressourcenverbrauch seiner Ernährung – kleine Variationen der Nahrungszusammensetzung machen bereits große Unterschiede in der Energiebilanz aus (Abbildung 37)

Ein Drittel des Energieverbrauchs in der Ernährung für Lagerung und Zubereitung

Doch bislang gibt es keine Instrumente, die diese Tatsache effektiv adressieren. Die Preise für Lebensmittel in den Industrieländern spiegeln weder ökologische noch wirtschaftliche Realitäten ab, sodass darüber kaum eine Lenkungswirkung erzielbar ist. Selbst die Reduktion des Mehrwertsteuer-Anteils für ökologische Produkte auf 7 % [Schütz 2008] hätte im Lebensmittelbereich daher wenig Wirkung, da die Preise für ressourcenintensive Produkte immer noch niedriger wären als ökologisch produzierte.

Eine Kennzeichnung von Lebensmitteln und zubereiteten Speisen nach dem Vorbild von Haushaltsgeräten wäre ein weiterer Ansatz, durch den Verbraucher in die Lage versetzt werden, fundierte und an Ressourceneffizienz orientierte Entscheidungen zu treffen. Doch dazu müssten die Wertschöpfungsketten der Produkte noch besser analysiert und aufbereitet werden. Am weitesten fortgeschritten sind bisher Labels, die den *Carbon Footprint*, also die CO₂-Produktion oder den Energieverbrauch eines Produktes quantifizieren. Der Aufwand dabei wurde von den Firmen jedoch teilweise unterschätzt: Tesco hatte angekündigt, sein gesamtes Sortiment mit 70.000 Produkten mit einer Kennzeichnung für den *Carbon Footprint* auszustatten [Grießhammer 2008]. Bilanziert wurden bislang 114 Produkte [Tesco 2010]. Andere Ressourcen wie Wasser, Biodiversität oder Boden werden bislang im Lebensmittelsektor noch kaum berücksichtigt.

Kennzeichnung von Lebensmitteln mit dem *Carbon Footprint*

Dieses Bild wird noch verschärft, wenn man die Wertschöpfungskette erweitert und nicht nur den Weg von der Produktion zum Verbraucher betrachtet, sondern zusätzlich verfolgt, was anschließend mit diesen Lebensmitteln passiert: Eine Studie der UNEP [UNEP 2009] hat ermittelt, dass weltweit ca. 30 - 40 % der produzierten Lebensmittel weggeworfen werden. In Industrieländern fällt fast die Hälfte dieser Abfallmenge beim Endverbraucher an (Abbildung 38). Ansätze, die diesen Betrag verringern, tragen besonders stark zur Ressourceneffizienz bei, da sich Einsparungen an dieser Stelle auf die gesamte vorgelagerte Wertschöpfungskette auswirken. Was sind die Ursachen für diese hohe Wegwerfquote und was kann dagegen getan werden?

Weltweit werden 30 - 40 % der produzierten Lebensmittel weggeworfen

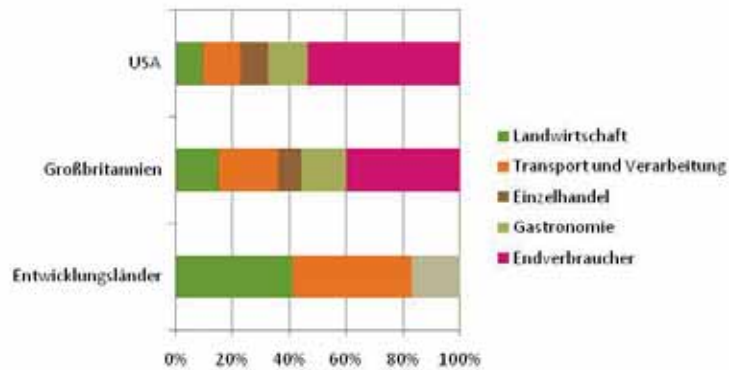


Abbildung 38: 30 - 40 % der Lebensmittel werden global weggeworfen. Während in Entwicklungsländern ein großer Teil bereits bei der Nahrungsmittelproduktion und beim Transport verdirbt, werden in den USA und UK über 50 % beim Endverbraucher entsorgt. Quelle: eigene Darstellung nach Godfray et al. 2010.

Eine Studie im Auftrag der britischen Regierung stellte fest, dass die Rabattkampagnen der Supermärkte einen wesentlichen Anteil daran haben, dass so viele Lebensmittel weggeworfen werden [Cabinet Office 2008]. Die *Buy-One-Get-One-Free* (BOGOF)-Kampagnen sorgen dafür, dass Verbraucher mehr einkaufen als sie eigentlich verbrauchen können. Die britische Regierung kündigte darauf im Juli 2009 an, solche Kampagnen verbieten zu wollen [Guardian 2009a]. Doch im Oktober 2009 kam ihnen die Supermarktkette Tesco mit einer neuen Kampagnenform zuvor: *Buy One Get One Free – Later* ermöglicht es den Verbrauchern, die zweite geschenkte Produkteinheit zu einem späteren Zeitpunkt einzulösen. Welchen Effekt diese Maßnahme auf die Reduktion der Abfälle im Lebensmittelbereich hat, ist derzeit noch nicht abschätzbar.

In der Kritik stehen außerdem Angaben zum Mindesthaltbarkeitsdatum. Eine Befragung der Food Standard Agency in Großbritannien ergab, dass nur ein Drittel der Befragten die auf Lebensmitteln angegebenen Datumsfristen *mindestens haltbar bis* und *zu verbrauchen bis* korrekt interpretieren können [Food Standard Agency 2006]. Damit werden auch in Privathaushalten viele noch genießbare Lebensmittel entsorgt, weil sie das Mindestverbrauchsdatum überschritten haben.

Großbritannien:
Rabattkampagnen der
Supermärkte eindämmen

Angaben zur
Mindesthaltbarkeit
verwirren Verbraucher



Abbildung 39: Rabattangebote in Supermärkten erhöhen die Menge der Lebensmittelabfälle. Um einer gesetzlichen Regelung zuvorzukommen, haben britische Supermarktketten nun ihre Marketingstrategie verändert. Bildquelle: wikimedia, Ian Shortman.

Eine Studie zu den Ursachen für das hohe Abfallaufkommen in Österreich weist darauf hin, dass rund 80 % des Ernährungsverhaltens aus gewohnheitsmäßigen Handlungen besteht. Damit genügen kurzfristige Informationskampagnen nicht, um eine Veränderung des Verbraucherverhaltens zu bewirken – es bedarf langfristiger Ansätze, z. B. der Einbau von Ernährungsthemen in die Bildung [Schneider 2009].

Die Orientierung des Lebensmittelhandels hin zum Verbraucher ist ein richtiger Schritt, da dort ein großer Hebel für den Ressourcenverbrauch in der Ernährung liegt. Doch auch bei den Unternehmen der lebensmittelverarbeitenden Industrie und beim Handel selbst bestehen noch Potenziale, wie erste Analysen zeigen. Die Ergebnisse unterstreichen häufig, dass die größten Potenziale bei der Herstellung nicht in der Verarbeitung und Produktion liegen, sondern in den vorgelagerten Wertschöpfungsstufen wie in der Landwirtschaft [WBCSD 2009]. Damit wird eine enge Zusammenarbeit mit den Zulieferern nötig. So stellte Cadbury's fest, dass die Milchproduktion etwa 64 % des *Carbon Footprint* eines Schokoriegels ausmacht. Unternehmen wie Coca Cola, Nestlé, Cadbury's etc. beginnen gerade, ihre Wertschöpfungsketten zu analysieren. Im Zentrum steht dabei oft zunächst der *Carbon Footprint*; andere Ressourcen wie Biodiversität, Boden, Wasser werden bislang kaum berücksichtigt. Eine Ausnahme ist das britische *Forest Footprint Disclosure Project* [Forest Disclosure 2010]. Hier müssen Unternehmen publik machen, wie sie die Entwaldung durch die Nutzung bestimmter Produkte (Holz, Palmöl, Soja, Rindfleisch, etc.) fördern und

Ernährung – eine Frage der Gewohnheit

Zusammenarbeit mit den Zulieferern entlang der ganzen Wertschöpfungskette

welche Gegenmaßnahmen sie ergreifen (z. B. nur noch Verwendung zertifizierter Produkte). Die Informationen dienen letztlich auch als Entscheidungsgrundlage für Finanzinvestoren. Informationen stellen somit ein wichtiges Instrument für Verbraucher und für Hersteller dar, um Potenziale für mehr Ressourceneffizienz überhaupt einschätzen zu können. Im Bereich Ernährung steht der Einsatz von sinnvollen Informationsinstrumenten über Ressourceneffizienz erst am Anfang.

Fazit

Ressourceneffizienz im Bedürfnisfeld Ernährung bedeutet, mit minimalem Ressourcenverbrauch (Wasser, Energie, Boden) möglichst viele Menschen zu ernähren. Die größten Hebel liegen dabei am Anfang und am Ende der Wertschöpfungskette: in der Landwirtschaft und beim Verbraucher. Bis 2050 müsste die Produktivität der landwirtschaftlichen Flächen in etwa verdoppelt werden, um mit der Bevölkerungsentwicklung und den veränderten Ernährungsgewohnheiten Schritt zu halten. Langfristiges Ziel muss die Wende von einer ressourcenintensiven zu einer wissensintensiven Nahrungsmittelproduktion in gekoppelten, integrierten Systemen sein. Dies kann erreicht werden, indem an allen Stellen der Wertschöpfungskette in mehr Wissen investiert wird: Forschung und Entwicklung in der globalen Landwirtschaft, Informationstools für Unternehmen zur Ressourcenintensität der eigenen Wertschöpfungskette und bessere Information der Verbraucher.

Positive Einflüsse auf die Ressourceneffizienz in Landwirtschaft und Fischerei sind auch durch den Abbau von Subventionen zu erwarten, da viele dieser Subventionen bisher direkt auf den Einsatz von Betriebsmitteln wie Wasser, Traktordiesel etc. zielen. Beispiele wie Kuba oder Neuseeland zeigen, dass damit tatsächlich eine Trendwende hin zu einer ressourcenschonenderen Landwirtschaft erreicht werden kann. Mit der Koppelung von Subventionen an die Leistungen der Landwirtschaft für die Allgemeinheit wie z. B. Klimaregulation, (z. B. die ökologische Grundprämie) kann ein zusätzlicher Anreiz für ressourcenschonende Betriebsweisen erreicht werden.

Der zweite wichtige Hebel setzt beim Verbrauch der Lebensmittel an. Kleine Variationen der Ernährungsgewohnheiten haben große Effekte auf den Ressourcenverbrauch. Kurzfristige Informationskampagnen bewirken hier jedoch wenig; sinnvoller ist der Einbau von Ernährungsthemen in die Bildung. Da derzeit 30 - 40 % der global erzeugten Lebensmittel weggeworfen werden, besteht hier ebenfalls ein wichtiger Hebel für mehr Ressourceneffizienz. Während in Entwicklungsländern noch große technische Potenziale im Bereich Transport und Lagerung bestehen, stehen in Industrieländern die Endverbraucher bzw. die Schnittstelle zwischen Handel und Verbraucher im Mittelpunkt der Betrachtung.

3.3 Information und Kommunikation

Die zunehmende Leistungsfähigkeit von IKT-Systemen bringt in der Regel nicht sparsamere, sondern ressourcenintensivere Anwendungen hervor. So hat sich zum Beispiel das Internet durch die stetige Erhöhung der Übertragungskapazitäten von einer rein textbasierten Anwendung zu einer Multimedia- und Einkaufsplattform entwickelt. Im Jahr 2008 nutzten in Deutschland bereits mehr als 70 % der Bevölkerung das Internet. Mehr als 50 % tätigen dort Einkäufe und mehr als 25 % gehen zum Fernsehen und Radiohören online [DeStatis 2009].

IKT-Anwendungen werden zunehmend ressourcenintensiver

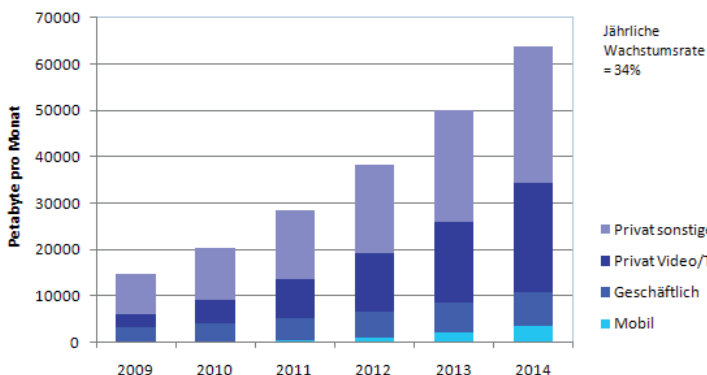


Abbildung 40: Anstieg des weltweiten Datenverkehrs im Internet bis auf 44 Exabyte im Jahr 2012. Das Wachstum beträgt 34 % pro Jahr. Quelle: eigene Darstellung nach Cisco 2010.

Erwartungsgemäß hat das einen starken Anstieg des weltweiten Datenverkehrs zur Folge. Bis zum Jahr 2014 wird ein jährlicher Anstieg des Datentransfervolumens von 34 % erwartet (siehe Abbildung 40). Mehr als 75 % gehen dabei auf das Konto von Privathaushalten [Cisco 2008].

Der dazu erforderliche enorme Ausbau der IKT-Infrastruktur hat den Nebeneffekt, dass der Energieverbrauch ebenfalls weiter ansteigt. So entfiel 2007 nahezu ein Viertel des CO₂-Ausstoßes der gesamten Branche auf das Konto von Netzwerken und Rechenzentren – mit steigender Tendenz. Der Anteil der gesamten IKT-Nutzung (inkl. PCs, Monitore, etc.) am weltweiten CO₂-Ausstoß beträgt ca. 2 % und entspricht damit dem Anteil, den der weltweite Flugverkehr produziert [Reder 2007].

IKT-Infrastruktur benötigt immer mehr Energie

Experten erwarten, dass bis zum Jahr 2020 IKT für rund die Hälfte des gesamten Stromverbrauchs eines jeden Privathaushalts verantwortlich sein wird. Abbildung 41 zeigt die Basisprognose des Stromverbrauchs der IKT in Deutschland bis zum Jahr 2020¹⁹. Es wird erwartet, dass der

¹⁹ Diese Prognose ist in ihrer Größenordnung zwar noch aktuell, aber seit der Erstellung vor zwei Jahren werden sehr dynamische Veränderungen in der Gerätetechnik und Nutzung beobachtet. Der Strombedarf der Geräte verringert sich, während gleichzeitig der Bestand und die Nutzung deutlich zunehmen [Stobbe 2010].

Stromverbrauch der IKT in Deutschland von 55 Terawattstunden (TWh) im Jahr 2007 auf 66 TWh im Jahr ansteigen wird [IZM/ISI 2009]. Der Stromverbrauch der ca. 53.000 Rechenzentren in Deutschland lag im Jahr 2008 bei 10,1 TWh. Von 2007 bis 2020 wird allein bei Rechenzentren ein Anstieg der CO₂-Emissionen von etwa 25 % erwartet [Fichter 2007].

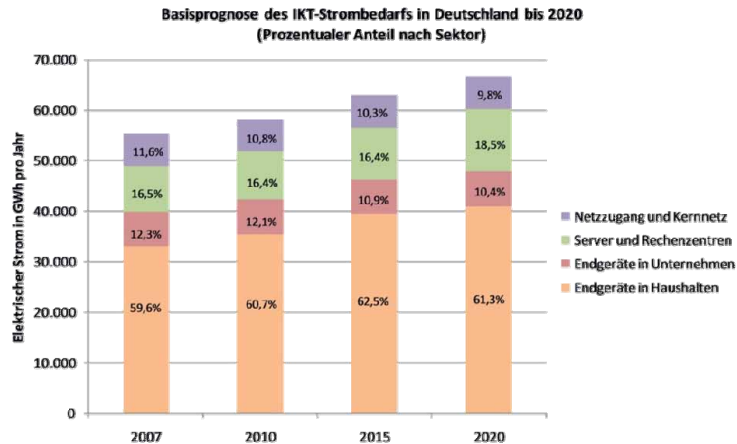


Abbildung 41: Basisprognose des Stromverbrauchs der IKT – Anteilsveränderungen der Sektoren. Quelle: IZM/ISI 2009.

Green IT

Ressourceneffizienz im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien bedeutet zum einen die Energie-, Material- und Nutzungseffizienz von IKT-Systemen zu erhöhen und so deren Ressourcenverbrauch (Energie, Seltene Metalle, etc.) zu verringern. Zum anderen bedeutet es IKT einzusetzen, um die Ressourceneffizienz in anderen Sektoren zu verbessern. Zusammengefasst werden diese Anstrengungen unter dem Begriff *Green IT*.

Verbesserung der Ressourceneffizienz von IKT-Systemen

Virtualisierung von
Servern und *Cloud
Computing*

Rechenzentren und PCs bieten vielfältige Ansatzpunkte zur Einsparung von Ressourcen. Abbildung 42 zeigt mögliche Maßnahmen zur Einsparung von CO₂-Emissionen. Die Virtualisierung von Servern und das *Cloud Computing* nehmen in dieser Darstellung eine Sonderrolle ein, da sie nicht nur die Energieeffizienz steigern, sondern auch zu einer Reduktion von Servern und Hardware in Endgeräten führen, was zusätzliche Rohstoffersparnisse mit sich bringt.

Bei der Virtualisierung werden die physikalischen Serverressourcen auf anderen Servern zusammengefasst oder aufgeteilt. Dadurch kann die Serverauslastung eines Rechenzentrums von ca. 20 % auf bis zu 75 % erhöht werden. Die Anzahl der physischen Server kann dadurch drastisch reduziert werden [Borderstep 2009]. Im europäischen Forschungsprojekt *FIT4Green*, arbeiten europaweit zehn Universitäten und Unternehmen an einer Software, die den Energieverbrauch von Servern und Netzwerken in Rechenzentren um mehr als 20 % senken soll. Das Programm setzt auf den bestehenden Systemen auf und ergänzt diese um eine energiesensible Komponente [Uni Mannheim 2010].

Darüber hinaus kann auch bei Arbeitsplatzrechnern gespart werden. Beim *Cloud Computing* werden lokale Ressourcen wie Software und Hardware über das Internet bereitgestellt. Das spart Rechen- und Speicherkapazität und damit Ressourcen. Experten erwarten jährliche Wachstumsraten von bis zu 40 %. Neben technischen Herausforderungen wie Datensicherheit und Qualitätssicherung müssen vor allem auch noch rechtliche Aspekte wie Haftungsfragen und vertragsrechtliche Aspekte genauso wie die rechtliche Gewährleistung des Datenschutzes geklärt werden. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie fördert in einer gemeinsamen Initiative von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, die Entwicklung, Verbreitung und Nutzung von *Cloud Computing* in Deutschland [BMWi 2010].

IKT-Subsektor	Maßnahmen zur CO ₂ Senkung	Reduktion von		Einsparung Mt CO ₂ e in 2020	
		Menge	Verbrauch	Einzeleffekte	Verbund
Rechenzentren	<ul style="list-style-type: none"> • Virtualisierung/Cloud Computing^{1,2} • Optimierung HVAC³ • Energieeffizientere Komponenten • Standby Optimierung • Effizientere Archivierung und Storage • System-Fernüberwachung⁴ 	✓	✓✓✓	2,7	} 4,2
				1,4	
				0,5	
				0,6	
				0,3	
NA					
PC-Bereich	<ul style="list-style-type: none"> • Energieeffizientere Komponenten • Standby Optimierung • Thin Clients/Cloud Computing² • Ecodesign⁵ 		✓✓✓	2,6	} 7,2
				1,7	
				4,7	
				NA	
Telco Endgeräte	<ul style="list-style-type: none"> • Energieeffizientere Komponenten • Standby Optimierung 		✓✓		} 1,1
Telco Netzwerk	<ul style="list-style-type: none"> • Effizientere Mobilfunkmasten 		✓	0,9	0,9
				16,5	13,4

Abbildung 42: Potenzial der CO₂e-Einsparungen verschiedener Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz von IKT-Systemen. Quelle: GeSI 2009.

Wie in den oben gezeigten Beispielen wird die Ressourceneffizienz der IKT meist nur unter den energetischen Gesichtspunkten bei der Nutzung betrachtet. Die folgenden Betrachtungen zeigen aber, dass es wichtig ist die gesamte Wertschöpfungskette von der Gewinnung der Rohstoffe über die Herstellung der Geräte bis zur Entsorgung bzw. zum Recycling zu betrachten.

In IKT-Geräten wie Mobiltelefonen, PCs und Laptops werden eine Vielzahl von Metallen verbaut, die in den einzelnen Produkten zwar in geringer Menge vorkommen, die aber über die Masse der verkauften Geräte teilweise einen erheblichen Anteil an den insgesamt geförderten Mengen ausmachen.

Tabelle 6 zeigt, dass 2008 bereits 16 % des weltweit geförderten Palladiums in Mobiltelefonen, PCs und Laptops eingesetzt wurden. 23 % des weltweit geförderten Kobalts wurde in Akkus für Mobiltelefone und Laptops verwendet [Hagelüken 2010].

Gesamte Wertschöpfungskette der IKT muss betrachtet werden

Viele Geräte – viele Rohstoffe: Metalle in Mobiltelefonen, PCs und Laptops

a) Mobiltelefone	b) PC & Laptop	Welt Minen Produktion	Anteil von a) + b)
1.300 Mio. Stück	300 Mio. Stück		
x 250 mg Ag = 325 t Ag	x 1.000 mg Ag = 300 t Ag	Ag: 21.000 t/a	3%
x 24 mg Au = 31 t Au	x 200 mg Au = 66 t Au	Au: 2.400 t/a	4%
x 9 mg Pd = 12 t Pd	x 80 mg Pd = 24 t Pd	Pd: 220 t/a	16%
x 9 g Cu = 12.000 t Cu	x 500 g Cu = 150.000 t Cu	Cu: 16 Mio t/a	< 1%
1.300 Mio. Akkus	ca. 140 Mio. Laptop Akkus		
x 3,8 g Co = 4.900 t Co	x 65 g Co = 9.100 t Co	Co: 60.000 t/a	23%

Tabelle 6: Anteil metallischer Rohstoffe in weltweit verkauften elektronischen Endergeräten im Jahr 2008 und deren Anteil an den weltweit gefördert Mengen. Quelle: eigene Darstellung nach Hagelüken 2010.

Bei der primären Gewinnung von Rohstoffen fällt zusätzlich zu den verwertbaren Rohstoffen auch ein teilweise erheblicher Anteil von nicht verwerteten Stoffentnahmen an (z. B. Abraum, Bodenaushub, Erosion). Der globale Materialaufwand (engl. *Total Material Requirement, TMR*) umfasst die Gesamtheit dieser *Ökologischen Rucksäcke*, die beim Abbau eines Primärrohstoffs anfallen. Für Gold beträgt dieser TMR 1.100.000. Das heißt, für ein Gramm Gold müssen 1,1 Tonnen Material bewegt werden. Für Palladium beträgt der Faktor 810.000. Abbildung 43 zeigt den Vergleich der physischen Masse der Bestandteile eines Mobiltelefons mit dem TMR dieser Bestandteile [Halada 2010]. Es wird deutlich, dass vor allem Gold und Palladium erheblich zum TMR eines Mobiltelefons beitragen.

Zusätzlich ist der Abbau der Rohstoffe in vielen Ländern mit erheblichen Belastungen für die Umwelt und die Gesundheit von Arbeitern und Anwohnern verbunden. So zerstört zum Beispiel der Zinnabbau in Indonesien große Waldflächen, viele Wasserquellen sowie Tier- und Pflanzenarten [Heydenreich 2010]. Es sollte also Bestandteil der Produktverantwortung der Hersteller sein, die Quellen und die Verfahren zur Gewinnung der Rohstoffe zu kennen und zu überwachen. Initiativen wie die *Extractive Industry Transparency Initiative (EITI)* und *MakeITfair* versuchen mehr Transparenz und Öffentlichkeit zu den Umständen der Rohstoffgewinnung zu schaffen. Im Jahr 2009 startete die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) gemeinsam mit dem kongolesischen Bergbauministerium ein Pilotprojekt zur Einführung und Umsetzung eines Zertifizierungssystems für mineralische Rohstoffe. Die erste Phase des Programms zur Verbesserung der Transparenz und Kontrolle des Rohstoffabbaus in der demokratischen Republik Kongo läuft noch bis 2011 [BGR 2010].

Total Material Requirement (TMR)

Rohstoffabbau belastet die Umwelt und Gesundheit von Arbeitern

Transparenz als Bestandteil der Produktverantwortung der Hersteller

Pilotprojekt in der demokratischen Republik Kongo

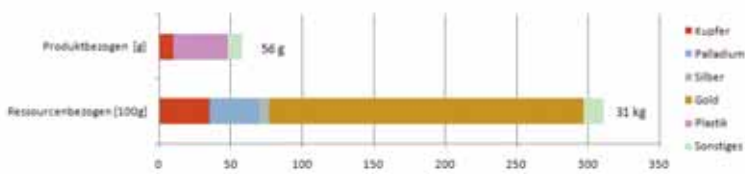


Abbildung 43: Vergleich der physischen Masse der Bestandteile eines Mobiltelefons mit dem TMR dieser Bestandteile. Quelle: eigene Darstellung nach Halada 2010.

Die Frage nach der Herkunft von Rohstoffen ist vor allem auch aus Sicht der Versorgungssicherheit relevant. Im Jahr 2008 rief die Europäische Kommission die Rohstoffinitiative *Sicherung der Versorgung Europas mit den für Wachstum und Beschäftigung notwendigen Gütern* ins Leben. Als Ergebnis einer ersten Bestandsaufnahme wurden 14 Rohstoffe identifiziert, die bzgl. der zukünftigen Versorgungssicherheit und ökonomischen Bedeutung als kritisch einzustufen sind [EC-E&I 2010]. Abbildung 44 zeigt, wie die Fördergebiete für die als kritisch eingestufenen Rohstoffe weltweit verteilt sind. So werden Seltene Erden fast ausschließlich in China gewonnen [EC-E&I 2010]. Dass diese einseitige Abhängigkeit Folgen haben kann, zeigt die Drosselung des Exports Seltener Erden durch China im Jahr 2010 um 40 % im Vergleich zum Vorjahr. Viele Hersteller von Computern, Halbleitern, Elektromotoren und Windturbinen sind auf Seltene Erden angewiesen und fürchten nun eine Verknappung und höhere Preise [GTAI 2010]. Im Sinne der Ressourceneffizienz könnte diese Verknappung allerdings auch positive Auswirkungen haben, wenn dadurch der effizientere Einsatz, das Recycling und die Substitution dieser Stoffe gefördert werden. Eine weitere Reaktion könnte die Erschließung und der Abbau weiterer Vorkommen, in den USA, Russland und Australien sein. Die Rentabilität dieser Projekte müsste dann jedoch sinkende Preise durch eine mögliche Lockerung der chinesischen Exportquoten verkraften.

Sicherung der
Rohstoffversorgung

China drosselt
Export Seltener
Erden

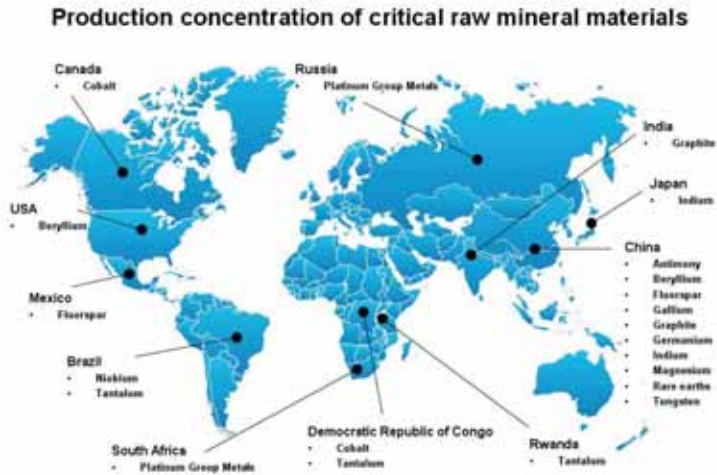


Abbildung 44: Die weltweite Verteilung der Produktion kritischer Rohstoffe. Quelle: EC-E&I 2010.

Recycling:
Elektronikgeräte-
gesetz (ElektroG)

Sammelquoten für
ausgerangte
Elektronikgeräte in
der EU bei ca. 30 %

Recyclingpotential
nicht ausgeschöpft

90 % des weltweit
gesammelten
Elektronikschrotts
landet in China

Einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Rohstoffversorgung kann das Recycling liefern. Laut Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) müssen seit 2006 deutschlandweit ausgediente Elektro- und Elektronikgeräte gesammelt und nach dem Stand der Technik verwertet werden. Derzeit liegen die Sammelquoten für ausgerangte Elektrogeräte in der EU bei ca. 30 % [EC Environment 2010]. Der relativ kurze Produktlebenszyklus von Mobiltelefonen von weniger als 3 Jahren hat dazu geführt, dass bis 2009 weltweit bereits mehr als 8 Mrd. Handys hergestellt wurden. In der Summe bedeutet das einen großen Vorrat an wertvollen Rohstoffen (siehe Tabelle 6), die mit modernen Technologien sehr gut recycelbar sind. Bei Edelmetallen liegen die Ausbeuten bei über 95 % [Hagelüken 2010].

Allerdings wurden im Jahr 2007 von einem geschätzten Recyclingpotential von 800 Mio. Handys pro Jahr weniger als 20 Mio. umweltgerecht recycelt. Zum einen gelangen viele Altgeräte nicht in die Sammelbehälter, sondern werden in den Haushalten aufbewahrt, zum anderen wird ein Teil der Geräte ins nicht-europäische Ausland exportiert. Die aus Deutschland im Jahr 2008 exportierte Menge an neuen Elektro- und Elektronikgeräten, gebrauchten Geräten und Elektro- und Elektronik-Altgeräten nach Afrika und Asien wird auf etwa 155.000 Tonnen geschätzt. Zum Vergleich: Im Jahr 2006 wurden in Deutschland circa 1,8 Mio. Tonnen Neugeräte auf den Markt gebracht und rund 754.000 Tonnen gesammelt [UBA 2010]. Die Transportwege des Elektromülls in Asien sind in Abbildung 45 dargestellt. 90 % des weltweit gesammelten Elektronikschrotts landet in China [UNEP 2010b].



Abbildung 45: Transportwege des Elektromülls in Asien. Daten: Basel Action Network, Silicon Valley Toxics Coalition, Toxics Link India, SCOPE (Pakistan), Greenpeace China, 2002. Quelle: Philippe Rekacewicz, UNEP/GRID-Arendal [UNEP 2010b].

Laut EG-Abfallverbringungsverordnung (EG) Nr. 1013/2006 darf kein Elektronikmüll ins nicht-europäische Ausland exportiert werden. Grund dafür sind vor allem die fehlenden Einrichtungen für ordnungsgemäßes Recycling und Entsorgung in asiatischen und afrikanischen Ländern. Dort wird oft ohne jegliche Schutzvorkehrungen mit gesundheitsgefährdenden Stoffen direkt auf den Deponien gearbeitet. Entsprechend niedrig fallen auch die Recyclingquoten aus. So werden weniger als 25 % des Goldes aus den Geräten wiedergewonnen [Hagelüken 2010]. Trotz Verbots wird Elektroschrott illegal nach Afrika und Asien exportiert. Ein Grund ist die schwierige Abgrenzung zwischen gebrauchten Geräten und Elektroschrott. Eine Novelle des Gesetzes soll vor allem diese Abgrenzung klarer regeln und so den Vollzug des Gesetzes bei Kontrollen verbessern [Sander et al. 2010].

Es stellt sich allerdings die Frage, ob es am Ende der Wertschöpfungskette einen Unterschied macht, ob Geräte gebrauchsfähig

Exportverbot für
Elektronikschrött

oder als Schrott in die entsprechenden Länder gelangen. Letztlich werden beide Arten am Ende mit hoher Wahrscheinlichkeit vor Ort entsorgt.



**Abbildung 46: Rücknahmeautomaten für Handys in den USA [Patalong 2010].
Bildquelle: www.ecoatm.com.**

Rücknahme-
automaten für
Handys in den USA

Die USA haben im Gegensatz zur Europäischen Union kein Gesetz zum Recycling von Elektro- und Elektronikgeräten [Fraunhofer UMSICHT 2008]. Trotzdem gibt es Unternehmen, die sich aus wirtschaftlichen Überlegungen heraus dem Thema angenommen haben. So baut die Firma Eco ATM aus San Diego seit 2009 Rücknahmeautomaten für Handys. Die Maschinen versuchen mit einer Abfolge von Fragen in Kombination mit Schnittstellentests (Funktioniert das Handy? Lädt der Akku?) und einer kamerabasierten Evaluation (Hat das Gerät Kratzer? Leuchtet das Display?) den Wert eines Gebrauchthandys zu erfassen und machen dem Besitzer einen Preisvorschlag. Nimmt der diesen an, kann er das Handy direkt im Automaten entsorgen und erhält einen Wertgutschein, den er am Automaten einer wohltätigen Organisation spenden oder bei einem Händler einlösen kann [Patalong 2010].

Ökodesign-Richtlinie
der EU

Öffentliche
Beschaffung in den
USA setzt Design-
Standards

Die Basis für ressourceneffiziente IKT-Geräte ist das Design. Während in der Europäischen Union seit dem Inkrafttreten der Ökodesign-Richtlinie im Jahr 2005 weiter um verbindliche Regelungen gestritten wird, gingen die USA einen andere Weg – die öffentliche Beschaffung. Im Jahr 2007 unterzeichnete der damalige Präsident G.W. Bush die *Executive Order 13423*, die besagte, dass 95 % der öffentlich beschafften elektronischen Geräte den Standards des *Electronic Product Environmental Assessment Tool* (EPEAT) entsprechen müssen. Für viele amerikanische Hersteller wurde EPEAT in der Folge zur Designvorgabe [Hieronymi 2010].

Steigerung der Ressourceneffizienz durch die Anwendung von IKT

IKT Anwendungen
besitzen großes
Ressourcen-
effizienzpotential

Aber nicht nur in der Wertschöpfungskette von IKT-Systemen sind Potenziale für mehr Ressourceneffizienz zu finden. Die Anwendung von IKT zur Steigerung der Ressourceneffizienz in anderen Branchen bietet ein noch größeres Potenzial. Einer Studie der Global eSustainability

Initiative (GeSI) zufolge kann die IKT im Jahr 2020 in anderen Branchen fünfmal mehr CO₂-Emissionen einsparen, als sie selbst produziert (siehe Abbildung 47). Vielversprechende Anwendungsbereiche sind die effizientere Steuerung von Prozessen, die Dematerialisierung und das *Monitoring* von Ressourcenverbräuchen [GeSI 2008].

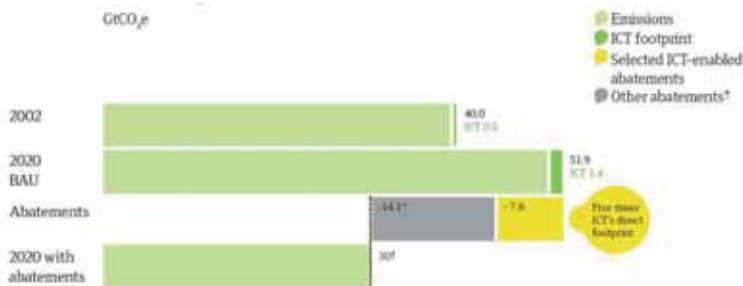


Abbildung 47: Der globale Anteil der CO₂e-Emissionen durch IKT. Es wird erwartet, dass die direkten Emissionen der IKT bis 2020 von 0,5 auf 1,4 GtCO₂e anwachsen werden. Allerdings bieten IKT-gestützte Anwendungen ein Reduktionspotenzial von 7,8 GtCO₂e. **Quelle: GeSI 2008.**

So kann IKT die effizientere Steuerung von Prozessen in der Logistik, bei Verkehrssystemen, bei der Stromerzeugung und -verteilung (Smart Grids), sowie beim Gebäudemanagement (Smart Buildings) unterstützen. [GeSI 2009].

Potenziale der IKT zur Steigerung der Ressourceneffizienz liegen unter anderem in folgenden Funktionen:

- Daten aufbereiten und bereitstellen (z. B. Lebenszyklusdaten, TMR),
- Simulation (z. B. Produktionsprozesse, Fertigungseinheiten),
- Vernetzung von Systemen, Organisationen und Personen bis hin zur Selbstorganisation,
- *Monitoring* von Systemen (z. B. Energie- und Materialverbrauch).

In einer Marktanalyse zu IKT-Anwendungsbereichen in NRW im Jahr 2009 bezeichneten Unternehmen im Bereich des Maschinenbaus Ressourcenplanungsinstrumente und Produktdatenmanagementlösungen als besonders wichtig. 30 % der Unternehmen planten neue IT-Investitionen im Verlauf der nächsten zwei Jahre [NRW 2009]. Solche Systeme unterstützen lebensphasenübergreifend Modellierungs- und Simulationswerkzeuge in der Produktion.

Lebensphasenübergreifende Modellierungs- und Simulationswerkzeuge

Auf diese Weise können die Gesamtkosten eines Produkts für den Kunden von der Investition über die Nutzung (*Total Cost of Ownership*, TCO) analysiert und optimiert werden. Der Hersteller kann also simulieren, ob sich eine Innovation für mehr Ressourceneffizienz in einem Produkt auszahlt oder nicht. Abbildung 48 zeigt das schematisch

Total Cost of Ownership (TCO)

Life Cycle Costing
(LCC)

am Beispiel Maschinenbau. Durch entsprechende Modifikationen wird die Maschine energieeffizienter und wartungsärmer. Dadurch können die Gesamtkosten (TCO) gesenkt werden, obwohl der Anschaffungspreis steigt. Dieses Prinzip findet unter der Bezeichnung *Life Cycle Costing* (LCC) auch Eingang in die Bemühungen der Europäischen Kommission die öffentliche Beschaffung in der EU *grüner* zu gestalten [EC Environment 2010a].

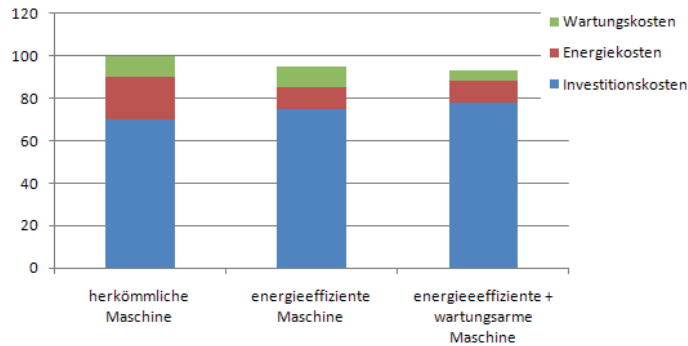


Abbildung 48: TCO am Beispiel Maschinenbau. Die Maschineninvestitionen steigen an, aber die Wartungs- und Energiekosten sinken. Quelle: eigene Darstellung nach Pause 2009.

Vernetzung von
Wertschöpfungs-
ketten

IKT ermöglicht es nicht nur Wertschöpfungsketten innerhalb einer Organisation zu vernetzen, sondern auch Potenziale zwischen verschiedenen Wertschöpfungsketten zu erkennen und zu nutzen. Ein Beispiel ist das im Jahr 2005 gestartete *National Industrial Symbiosis Programme* (NISP) der britischen Regierung. Das Ziel des Programms ist es, traditionell getrennte Industrien und Organisationen aus allen Wirtschaftssektoren zusammenzubringen, um die sektorübergreifende Ressourceneffizienz zu verbessern. Dies umfasst den Austausch von Materialien, Energie, Wasser und/oder Nebenprodukten sowie die gemeinsame Nutzung von Anlagen, Logistik und Expertise. NISP umfasst derzeit ein Netzwerk von 12.500 Unternehmen. Innerhalb dieses Netzwerks werden mit Hilfe einer softwaregestützten *Industrial-Symbiosis-Datenanalyse* Geschäftsmöglichkeiten identifiziert, die zu Transaktionen führen, die für alle Beteiligten vorteilhaft sind. In vielen Fällen gelingt es so, dass Unternehmen die Kosten für die Deponierung von Abfällen (z. B. Bauschutt, Verbrennungsrückstände) einsparen, da andere Unternehmen diese Stoffe für ihre Vorhaben verwenden können (z. B. Bau von Gebäuden und Straßen). Das Programm hat in den fünf Jahren seines Bestehens 35 Mio. Tonnen an Abfällen vermieden und 49 Mio. Tonnen an Primärrohstoffen eingespart [NISP 2009].

Neben der Vernetzung von Personen und Organisationen wird auch die Vernetzung von Produkten und Komponenten – kurz Dingen – durch die IKT weiter vorangetrieben. Der geläufige Begriff lautet: Internet der Dinge (engl. *Internet of Things*, IOT) und stammt ursprünglich aus den USA. Es geht um Dinge, die eine Identität und virtuelle Personalität besitzen und intelligente Schnittstellen nutzen, um sich mit sozialen, umwelt- und nutzerbezogenen Umgebungen zu vernetzen und mit ihnen zu kommunizieren. Das heißt, dass auch Alltagsobjekte wie z. B. Kleidungsstücke, Konsumgüter, Stromzähler oder Autos eine Identität im weltweiten Internet haben. Eine Vielzahl von Objekten, die in ihrer Art, ihren Eigenschaften und ihrem Verhalten völlig unterschiedlich sind, wird damit Teil eines universalen Netzwerks sein. Diese Objekte werden in der Lage sein, durch integrierte Sensoren ihre Umgebung wahrzunehmen, Informationen zu verarbeiten, mit anderen Objekten und Netzwerken zu kommunizieren und selbst auch Aktionen auszulösen [Gabriel et al. 2010]. Das könnte auch für das Recycling von Abfällen Vorteile bieten, da der Einsatz von Transpondern (z. B. RFID) eine leichtere Identifizierung von Gegenständen während des Recyclingprozesses ermöglicht [Europa 2010].

Internet of Things,
(IOT)

Transponder (z. B. RFID) ermöglichen leichtere Identifizierung von Gegenständen während des Recyclingprozesses

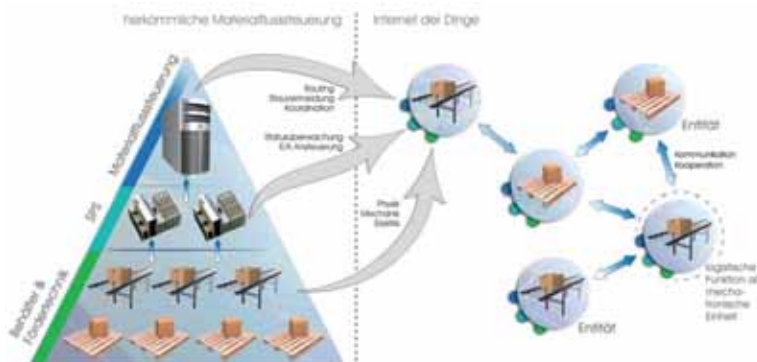


Abbildung 49: Vergleich einer zentralen Materialflusssteuerung mit der dezentralen Selbstorganisation im Internet der Dinge. Quelle: Günthner et al. 2010.

In der hochautomatisierten industriellen Fertigung in Deutschland und Europa werden bereits in allen Phasen der Produktentwicklung und -fertigung Computer eingesetzt. Die zunehmende Komplexität der Planungs-, Überwachungs- und Steuerungsaufgaben führt jedoch zentralisierte und hierarchisch aufgebaute Softwaresysteme immer öfter an ihre Grenzen. Einen möglichen Ausweg bietet das Internet der Dinge. In einer selbstorganisierten Fabrik (engl. *Smart Factory*) werden durch die Integration von Informationstechnik Werkstücke, Behälter, Fördertechnik, Werkzeugmaschinen, Messgeräte und Anlagen zu intelligenten autonomen Fabrikobjekten. Über ein gemeinsames Netzwerk können sie dann Organisationsaufgaben selbst übernehmen und untereinander regeln [Gabriel et al. 2010]. Abbildung 49 zeigt

Smart Factory

Optimaler Einsatz
der
Produktionsmittel
senkt den
Ressourcen-
verbrauch

schematisch den Unterschied zwischen einer zentralen und dezentralen Materialflusststeuerung [Günthner et al. 2010]. Jede Einheit übernimmt die zuvor zentralen Funktionen der Steuerung und Überwachung. Die Entwicklung von *Smart Factories* wird vor allem im Automobilbau und der Elektronikindustrie unter dem Gesichtspunkt der individualisierten Massenfertigung (Losgröße Eins) vorangetrieben, soll jedoch auch durch den optimalen Einsatz der Produktionsmittel den Ressourcenverbrauch senken [Gabriel et al. 2010].

Location Based
Services (LBS)

In ähnlicher Weise wie das Internet der Dinge bieten standortbezogene Dienstleistungen (*Location Based Services*, LBS) durch die Verknüpfung mobiler Internetanwendungen mit GPS-Daten neue Möglichkeiten für mehr Ressourceneffizienz. So starteten im Jahr 2010 neue Dienste, die Mitfahrzentralen über das Mobiltelefon anbieten. Mittels GPS werden Mitfahr-Anbieter und Mitfahr-Interessent lokalisiert und bei entsprechender räumlicher Nähe zur gemeinsamen Fahrt zusammengeführt. Der potenzielle Mitfahrer gibt seinen Routenwunsch ins Handy ein. Dieser wird dann direkt an das Navigationsgerät der registrierten Autofahrer in der Nähe übermittelt. Dort erscheint dann der Standort des potenziellen Mitfahrers. Nach der Fahrt können Mitfahrer und Anbieter in einer Web 2.0 Umgebung bewertet werden. Die Leistungen werden per Web, mit genauen Tarifvorschriften abgerechnet [Geografitti 2009]. Über diese neue Art der Mobilität hinaus, können diese Systeme auch weitere Optionen (z. B. Taxi, Bus, Bahn) aufzeigen, wie ein bestimmtes Fahrtziel erreicht werden kann und Informationen zu Reisezeit und -kosten bereitstellen. Auf diese Weise entsteht ein Informationssystem, das dem Einzelnen jederzeit transparent das jeweils passende Verkehrsmittel aufzeigen kann.

Informationssysteme
können transparent
das jeweils
passende
Verkehrsmittel
aufzeigen



Abbildung 50: Ressourceneffizienz durch standortbezogene Dienstleistungen. Eine mobile Mitfahrzentrale verbindet Mitfahrer und Fahrer in Echtzeit. Quelle: flinc 2010.



Abbildung 51: Ergebnis der Potenzialanalyse für eines von 70.000 Gebäuden der Stadt Osnabrück. Quelle: SUNAREA 2008.

IKT ermöglicht auch die Verknüpfung von Geoinformationen mit spezifischen Parametern, um lokale Investitionspotenziale zu ermitteln und anschaulich aufzubereiten. Ein Beispiel ist die Berechnung des solaren Energiepotenzials von Dachflächen im Projekt SUN-AREA. Mit Geographischen Informationssystemen (GIS) werden auf der Basis von Flugzeugscannerdaten vollautomatisch alle Dachflächen, die für die Gewinnung von Solarenergie optimal geeignet sind, ermittelt. Daraus wird für jede Teilfläche eines Daches, die solare Eignung, der potenzielle Stromertrag und die CO₂-Einsparung sowie das daraus resultierende mögliche Investitionsvolumen berechnet und in einer Internet-GIS-Karte für jedermann bereitgestellt.

Geoinformationen zeigen lokale Investitionspotenziale auf

Pilotregion ist das ca. 70.000 Gebäude umfassende Stadtgebiet von Osnabrück. Die Analyse ergab, dass auf 27.500 Gebäuden 2 km² Dachfläche für die Photovoltaik-Nutzung optimal geeignet sind. Über diese Fläche könnten 249.000 MWh/a Strom gewonnen werden, die den derzeitigen Strombedarf aller Privathaushalte von Osnabrück (233.000 MWh/a, Stand 2006) mehr als vollständig decken würden. Nach Abschluss des Projektes SUN-AREA startete die Stadt Osnabrück das Beratungsprojekt SUNPOWER. Die Stadt informierte zunächst in drei Stadtteilen schriftlich Eigentümer mit sehr gut geeigneten Dächern, auf denen mind. 50 m² Modulfläche installiert werden könnten. Eigentümer von Dächern, auf denen mindestens 1.000 m² Modulfläche installiert werden könnten, wurden im gesamten Stadtgebiet angeschrieben. Ihnen wurde ein kostenloses Beratungsgespräch durch erfahrene externe Berater angeboten [SUNAREA 2008].

Solar-Kataster in der Pilotregion Osnabrück

Seit der Veröffentlichung des Solar-Katasters²⁰ im Jahr 2008 stieg die installierte Leistung in Osnabrück um gut 74 % gegenüber Ende 2008 auf 4.113 Kilowatt-Peak²¹ (Stand: 30. März 2010). Damit können rechnerisch

²⁰ <http://www.osnabrueck.de/sun-area>

²¹ KWp (oder *KWpeak*) ist die Maßeinheit für die genormte Leistung (Nennleistung) einer Solarzelle oder eines Solarmoduls.

knapp 1.000 Osnabrücker Haushalte über das ganze Jahr mit solarem Strom versorgt werden [Osnabrück 2010]. Mittlerweile bieten mehr als 30 weitere deutsche Städte Solar-Kataster an. Im Zuge dieses Erfolgs sollte geprüft werden, inwieweit eine ähnliche Erhebung mit Wärmebildaufnahmen von Häusern technisch und rechtlich möglich wäre, um Hausbesitzer auf Potenziale von Maßnahmen zur Wärmedämmung hinzuweisen.

Der größte Hebel für mehr Ressourceneffizienz liegt beim Verbraucher. Daher ist ein weiteres vielversprechendes Einsatzgebiet für IKT das *Monitoring* und die nutzerfreundliche Darstellung des Ressourcenverbrauchs von Fahrzeugen, Gebäuden, Elektrogeräten, etc. In vielen Fällen wissen die Nutzer schlichtweg nicht, wie viel Energie und Rohstoffe ihr Kühlschrank, Herd oder auch ihre Heizung verbrauchen. Solange dieses Wissen nicht vorhanden ist, ist es jedoch sehr schwer, das Nutzungsverhalten ressourceneffizienter zu gestalten. Frei nach Lord Kelvin „Wenn du es nicht messen kannst, kannst du es auch nicht verbessern.“

Mit IKT ist es nicht nur möglich, Verbrauchsdaten aus intelligenten Stromzählern und Sensorsystemen auszulesen, sondern sie vor allem auch über das Internet zu übertragen und auf einem PC oder mobilen Endgerät jederzeit quasi in Echtzeit verfügbar zu machen (siehe Abbildung 52). Dadurch kann sowohl die Entwicklung der eigenen Verbrauchsdaten verfolgt werden, aber auch Vergleiche mit anderen Nutzern ermöglicht. So können der positive Gesamteffekt der Bemühungen um Ressourceneffizienz dargestellt werden und neue Ideen zur Einsparung von Ressourcen im Freundeskreis oder in Web 2.0-Communities ausgetauscht werden.

Nutzerfreundliche
Darstellung des
Ressourcen-
verbrauchs

Gesamteffekte und
Erfahrungsaustausch in *Web
2.0-Communities*



Abbildung 52: Energyphone. *SmartMetering*-Anwendung für das iPhone. Quelle: Fraunhofer FIT 2010.

Auf der anderen Seite können Hersteller und Ressourcenanbieter über die Nutzungsdaten etwas über den Umgang der Nutzer mit ihren Systemen lernen und diese dahingehend optimieren. Dies setzt natürlich klare Regeln für den Umgang mit vertraulichen Daten voraus.

Informationen für
Hersteller und
Ressourcenanbieter

Datenschutz

In Zukunft könnten also neben der Verbrauchskennzeichnung von Geräten auch Schnittstellen für das *Monitoring* des Verbrauchs während der Nutzung anzeigen wie effizient die Geräte in der Praxis arbeiten und so für mehr Ressourceneffizienz sorgen.

Verbrauchs-
kennzeichnung und
-messung

Fazit

Ressourceneffizienz im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) bedeutet zum einen die Energie-, Material- und Nutzungseffizienz von IKT-Systemen zu erhöhen und so deren Ressourcenverbrauch (Energie, Seltene Metalle, etc.) zu verringern. Zum anderen bedeutet es IKT einzusetzen, um die Ressourceneffizienz in anderen Sektoren zu verbessern. Zusammengefasst werden diese Anstrengungen unter dem Begriff *Green IT*.

In einer innovationsgetriebenen Branche wie der IKT wird die Ressourceneffizienz primär mit technologischen Innovationen vorangetrieben. Lösungen wie virtuelle Server und *Cloud Computing* werden dabei meist unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz betrachtet.

Erst bei einer Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette von der Gewinnung der Rohstoffe über die Herstellung der Geräte bis zur Entsorgung bzw. Recycling zeigt sich die internationale Verflechtung der Branche. In IKT-Geräten wie Mobiltelefonen, PCs und Laptops werden eine Vielzahl von Metallen verbaut, die in den einzelnen Produkten zwar in geringer Menge vorkommen, die aber über die Masse der verkauften Geräte teilweise einen erheblichen Anteil an den insgesamt geförderten Rohstoffmengen ausmachen.

Sowohl die Förderung als auch das Recycling dieser Rohstoffe findet meist in Entwicklungs- und Schwellenländern unter ineffizienten und für Menschen und Umwelt problematischen Bedingungen statt. Vor allem Instrumente zum Recycling und Export von Elektrogeräten könnten hier einen positiven Beitrag leisten. Rückgabeautomaten für Elektrogeräte in den USA zeigen, dass es nicht nur um bessere Gesetze geht, sondern auch um nutzerfreundliche Rücknahmesysteme.

Die Anwendung von IKT in anderen Branchen kann laut einer Studie fünf Mal mehr CO₂-Emissionen einsparen, als die IKT selbst erzeugen.

- Daten aufbereiten und bereitstellen (z. B. Lebenszyklusdaten, TMR),
- Simulation (z. B. Produktionsprozesse, Fertigungseinheiten),
- Vernetzung von Systemen, Organisationen und Personen bis hin zur Selbstorganisation,
- *Monitoring* von Systemen (z. B. Energie- und Materialverbrauch).

So können Lebenszyklusdaten helfen Gesamtkosten über die Nutzungsdauer (*Total Cost of Ownership*, TCO) von Investitionen zu berechnen. Ein Prinzip, das die Europäische Kommission europaweit für die öffentliche Beschaffung empfiehlt. In der Fertigung können durch Computersimulation bereits vor dem Einsatz physischer Maschinen die Parameter für die Produktion optimiert werden. Das Internet der Dinge soll in Zukunft sogar eine selbstorganisierte Fabrik (*Smart Factory*) ermöglichen, in der Werkstücke, Behälter, Fördertechnik, Werkzeugmaschinen, Messgeräte und Anlagen zu intelligenten autonomen Fabrikobjekten werden und so einen optimierten Ressourceneinsatz ermöglichen.

Weitere Potenziale bietet die Vernetzung von Organisationen. So bringt das im Jahr 2005 gestartete *National Industrial Symbiosis Programme* (NISIP) der britischen Regierung traditionell getrennte Industrien und Organisationen aus allen Wirtschaftssektoren zusammen, um die sektorübergreifende Ressourceneffizienz zu verbessern.

Der größte Hebel für mehr Ressourceneffizienz liegt beim Verbraucher. Daher ist ein weiteres vielversprechendes Einsatzgebiet für IKT die ortsbezogene Darstellung von Potenzialen (z. B. Photovoltaik) und das *Monitoring* und die nutzerfreundliche Darstellung des Ressourcenverbrauchs von Fahrzeugen, Gebäuden, Elektrogeräten, etc. In Zukunft könnten also neben der Verbrauchskennzeichnung von Geräten auch Schnittstellen für das *Monitoring* des Verbrauchs während der Nutzung anzeigen wie effizient die Geräte in der Praxis arbeiten und so für mehr Ressourceneffizienz sorgen.

3.4 Bauen und Wohnen

Die Ressourceninanspruchnahme des Gebäudesektors liegt in drei Bereichen: Energie, Fläche (Boden) und Material (Baustoffe):

- In Deutschland beanspruchen Gebäude ca. 40 % des gesamten Energieverbrauchs. Sie verursachen fast 20 % der nationalen CO₂-Emissionen [BMVBS 2010].
- Rund 85 % des Energiebedarfs privater Haushalte entfallen alleine auf die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser [BMVBS 2010].
- Rund ein Drittel aller Materialströme pro Bundesbürger entsteht im Bedürfnisfeld Bauen und Wohnen [Wallbaum und Kummer 2005].
- Die Flächeninanspruchnahme liegt bei 119 Hektar pro Tag.

Das größte Potenzial für Einsparungen im Bereich Energie liegt im Gebäudebestand. Denn rund drei Viertel der Gebäude wurden vor der ersten Wärmeschutzverordnung von 1977 errichtet. Entsprechend hoch ist ihr Anteil am Energieverbrauch (Abbildung 53). Dennoch adressieren bestehende Instrumente vor allem den Neubau: Das gilt für die

Energieeinsparverordnung (EnEV), aber auch für das Erneuerbare-Energien-Wärmegezet (EEWärmeG). Der Sanierungsfahrplan für Gebäude im Bestand in der EnEV beginnt gemäß dem Energiekonzept der Bundesregierung 2020. Die europäische Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (GEEG bzw. EPBD) enthält im Bestandsbereich nur sehr allgemeine Formulierungen und Appelle. Zertifikate für nachhaltige Gebäude werden seit einigen Jahren auch durch eine deutsche Labeling-Organisation (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen, DGNB) ausgestellt – doch auch deren Aktivitäten sind sehr stark auf den Neubau orientiert. So gab es im Herbst 2010 auf der Website der DGNB sieben Nutzungsprofile für Neubauten, aber nur eines für die Modernisierung von Bestandsgebäuden.

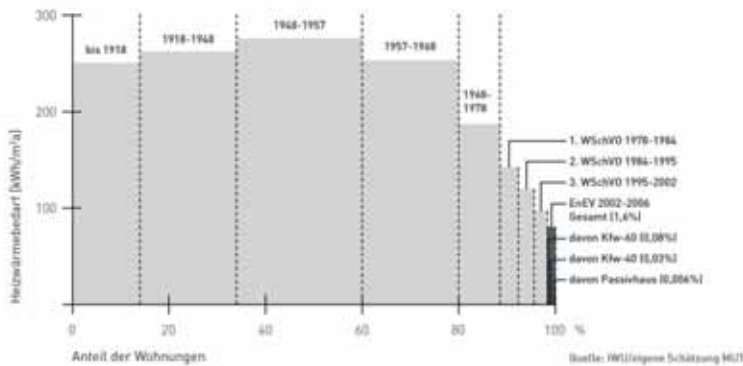


Abbildung 53: Heizenergiebedarf des Wohngebäudebestandes in Deutschland.
Quelle: Maaß et al. 2010.

Verschiedene Studien haben das Potenzial von Maßnahmen im Gebäudebereich untersucht. So kommt eine Studie von McKinsey zu dem Schluss, dass allein mit der Durchführung wirtschaftlicher Maßnahmen die CO₂-Emissionen um 20 % gegenüber dem Stand von heute gesenkt werden könnten. Bis 2020 könnten 63 Megatonnen CO₂ eingespart werden [McKinsey 2007]. Szenarioberechnungen des VDI zeigen, dass zur Erreichung einer CO₂-Einsparung von insgesamt 50 % bzw. 75 % für Deutschland bis 2050 der Energiebedarf im Gebäudebereich zwischen 40 % und 55 % gegenüber dem heutigen Stand reduziert werden muss [VDI 2010a].

Doch für die Erschließung dieses Potenzials werden enorme Investitionen benötigt: Um alle sanierungsbedürftigen Gebäude auf einen Sieben-Liter-Standard²² zu bringen, sind nach Schätzungen von McKinsey ca. 200 Mrd. Euro nötig.

VDI: Energiebedarf der Gebäude bis 2050 um 40 bis 55 % reduzieren

²² Sieben-Liter-Standard bedeutet ein Verbrauch von sieben Liter Heizöl pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr.

Hebel Nr. 1: Finanzielle Anreize für die energetische Sanierung

6 Mrd. Euro im
Rahmen des CO₂-
Gebäudesanierungs-
programms

Aktuell werden Gebäudesanierungen v. a. durch den Bund über verschiedene KfW-Programme gefördert. Haus- und Wohnungseigentümer können sich die energetische Sanierung ihrer Immobilien über günstige Kredite oder Zuschüsse fördern lassen. Seit dem Programmstart 2006 hat der Bund bis Ende 2009 im Rahmen des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms insgesamt ca. 6 Mrd. Euro Fördermittel für das energieeffiziente Bauen und Sanieren von Wohnraum sowie zur Sanierung der lokalen und sozialen Infrastruktur zur Verfügung gestellt [BMVBS 2010].

Bei den derzeitigen Energiepreisen und Anreizprogrammen sind Sanierungen von Wohngebäuden auf einen Wärmebedarf von weniger als 90 kWh/(m²a) allerdings in der Regel nicht wirtschaftlich und werden deshalb selten realisiert [VDI 2010a]. Die VDI-Szenariorechnungen zeigen, dass der Wärmebedarf von Altbauten im Durchschnitt auf etwa 60 kWh/(m²a) sinken müsste, um die politischen Zielvorgaben hinsichtlich der Minderung der Klimagasemissionen umzusetzen. Eine derartige Minderung ließe sich nur mit zusätzlichen Anreizen oder Vorgaben erreichen [VDI 2010a].

Steigerung der
Sanierungsquote von
1 % auf 2,5 % nötig

Die Deutsche Energieagentur hat daher eine Verdoppelung der Fördermittel auf 5 Mrd. Euro pro Jahr gefordert [dena 2010], um eine Steigerung der Sanierungsquote von derzeit 1 % auf mindestens 2,5 % zu erreichen. Doch auch hier gibt es noch einige Möglichkeiten, das bestehende Anreizinstrumentarium nicht nur im Sinne eines *Mehr vom Gleichen* auszuweiten, sondern zielgruppengenau Maßnahmen zu differenzieren. So könnte die Förderung in eine technologieorientierte Spitzenförderung und eine eher am Stand der Technik ausgerichtete Breitenförderung differenziert werden, um unterschiedliche Adressatengruppen mit unterschiedlicher Motivation zu erreichen [Weiß/Vogelpohl 2010]. Der Zentralverband des Deutschen Handwerks schlägt u. a. vor, die Informationsvermittlung für die Verbraucher zu vereinfachen und auch Einzelmaßnahmen und sukzessive Sanierungen zu fördern, um die individuelle Einkommenslage zu berücksichtigen [ZDH 2010]. In einem Positionspapier zu Handlungsempfehlungen für den Gebäudebereich fordert der VDI darüber hinaus eine strikte Trennung zwischen Technologieförderung und Technologievorschriften [VDI 2010a]. Die Politik sollte nur die Zielwerte vorgeben und dem Gebäudeeigentümer überlassen, mit welcher Technologie die Anforderungen erfüllt werden. Staatliche Anforderungen an Gebäude müssten außen am Gebäude messbar bzw. nachprüfbar sein.

VDI: Trennung von
Technologieförderung
und Technologie-
vorschriften

Doch die Hemmnisse für Investitionen im Gebäudesektor liegen nicht nur im finanziellen Bereich. Sie lassen sich im Wesentlichen zwei Gruppen zuordnen:

- Informationsdefizite bei allen Sanierungsbeteiligten (Bauwirtschaft, Investoren, Hausbesitzer),
- Defizite in der bestehenden Rechtslage, durch die die falschen oder gar keine Anreize für die Sanierung gesetzt werden (z. B. Investor-Nutzer-Dilemma).

Hebel Nr. 2: Gegen Informationsdefizite

Informationsdefizite bestehen sowohl bei den potenziellen Beratern als auch bei den Hausbesitzern. Die Akteure der Bauwirtschaft haben zumindest teilweise die Energieberatung als ein interessantes und zukunftsfähiges Geschäftsfeld entdeckt. Insbesondere das Handwerk hat sich hier in den letzten Jahren sehr aktiv aufgestellt und bietet eine eigene Fortbildung *Energieberater im Handwerk* an. Für sanierungswillige Eigenheimbesitzer sind sie auch der erste Ansprechpartner, wenn es um Sanierungsentscheidungen geht [Stieß 2010]. Allerdings sind Handwerker nicht als Energieberater bei der BAFA zugelassen, da sie ein wirtschaftliches Eigeninteresse am Ergebnis der Beratung haben könnten.



Abbildung 54: Die Vergütung von Planungsleistungen für Ingenieure und Architekten erfolgt in Anlehnung an das Auftragsvolumen. Die zusätzlichen Beratungsleistungen für die Energieberatung sind durch die HOAI bisher nicht geregelt. Bildquelle: Thilo Saltmann/Architektenkammer NRW.

Weiß und Vogelpohl schlagen vor, Energieberatung anlassbezogen anzubieten und auszurichten, da z. B. beim Eigentumsübergang häufig ohnehin saniert wird und der potenzielle Käufer zu diesem Zeitpunkt aufgeschlossen für Beratung sein dürfte. Dies könnte als Beratungspflicht nach Ansicht der Autoren sogar im Ordnungsrecht verankert werden [Weiß/Vogelpohl 2010].

Beratungspflicht für
Immobilienkäufer?

Nur 30 % der Immobilienmakler verlangen energiebezogene Informationen für ihre Dossiers

Informationsdefizite bestehen jedoch häufig auch im Bereich des gewerblichen Immobilienbesitzes: So beklagt der World Business Council on Sustainable Development (WBCSD), dass nur zwei Drittel der Unternehmen in einer Befragung überhaupt energiebezogene Daten erheben und nur 60 % die Energiekosten dokumentieren. Nur 30 % der Immobilienmakler verlangen energiebezogene Informationen für ihre Dossiers [WBCSD 2007]. In Deutschland stellt außerdem die Vergütung von Planungsleistungen über die *Honorarordnung für Architekten und Ingenieure* (HOAI) einen negativen Anreiz für Beratung zu Energieeffizienz dar. Denn bislang sind diese zusätzlichen Beratungs- und Planungsleistungen nicht geregelt [VDI 2010a]. Die Vergütung von Planungsleistungen erfolgt in Anlehnung an das Auftragsvolumen. Ein anderes Konzept der Vergütung hat die Firma Kofler Energies AG entwickelt. Hier wird die leistungsbezogene Vergütung der Energieberater am Einsparerfolg orientiert [pers. Mitt. Michael Lowak, Kofler Energies].

Was bringt eine Sanierungspflicht?

Berliner Stufenmodell: langfristig angelegte Sanierungspflicht

Angesichts hoher Fördersummen und niedriger Sanierungsquote werden zunehmend Forderungen laut, die Gebäudesanierung verstärkt über das Ordnungsrecht zu regeln und eine Sanierungspflicht für Bestandsgebäude gesetzlich vorzuschreiben [Weiß und Vogelpohl 2010]. In Berlin hat ein Bündnis aus dem BUND, der IHK und dem Berliner Mietverein ein Stufenmodell erarbeitet, das verbindliche Standards und Fristen für die Sanierung von Bestandsgebäuden vorsieht [Jürgens 2010]. In vier Stufen sollen zwischen 2015 und 2030 die Anforderungen an Bestandsgebäude alle fünf Jahre angehoben werden. Die erste Stufe verpflichtet nur jene Eigentümer zum Handeln, die mehr als 200 Kilowattstunden (kWh) pro Quadratmeter und Jahr (Mehrfamilienhaus) für die Wärmeerzeugung verbrauchen. Für freistehende Einfamilienhäuser gelten 40 % höhere Werte. Betroffen wären rund 5 % der Berliner Gebäude. Bis 2020 soll dieser Grenzwert auf 160, bis 2025 auf 120 und 2030 auf 80 kWh abgesenkt werden. Vorschriften bezüglich der technologischen Umsetzung werden dabei nicht gemacht – einziges Kriterium für die Sanierung ist der Energieverbrauch. Kritisiert wird der Vorschlag allerdings von der Immobilienwirtschaft, die angesichts knapper Haushalte der Bundeshauptstadt nicht erwartet, dass mögliche Härtefälle durch staatliche Eingriffe abgedeckt werden können [Jürgens 2010].

Einsparpotenziale durch *Contracting*: 4 - 5 Mrd. Euro

Rechtliche und steuerliche Barrieren sorgen bislang auch dafür, dass das Konzept des *Contracting* nicht voll zum Tragen kommt. Das Einsparpotenzial durch *Contracting* wird allein in Deutschland auf 4 - 5 Mrd. Euro geschätzt. Bis zu 50 % Energieeinsparung wären dadurch erschließbar. Deshalb fordert der Verband für Wärmelieferung e.V. in einer Stellungnahme zum Energiekonzept der Bundesregierung die Beibehaltung der energie- und stromsteuerlichen Vorteile für

nachweislich der Energieeinsparung dienende dezentral erbrachte Energiedienstleistungen [VfW 2010].

Sanierung oder Abriss und Neubau?

Aus Sicht der Immobilienwirtschaft könnte der Sanierungsstau im Gebäudebereich durch eine Gleichstellung von Sanierung und Neubau aufgelöst werden [ZIA 2010]. Für viele Gebäude aus den 50er bis 70er Jahren wäre eine umfassende energetische Sanierung mit zeitgemäßen Grundrissen und Ausstattungen zu aufwändig, sodass die Sanierung letztlich nicht stattfindet. Bei günstig (d. h. zentral) gelegenen Gebäuden wäre dagegen der Abriss mit anschließendem Neubau eine sinnvollere Variante, die sich für den Investor auch rechnet. Nach Berechnungen des Pestel-Instituts ergibt sich daraus neben dem demografisch bedingten Neubaubedarf von ca. 225.000 Wohnungen pro Jahr ein zusätzlicher Ersatzbedarf von ca. 175.000 Wohnungen pro Jahr über die nächsten 20 Jahre [ZDB 2010]. Interessant ist dieser Vorschlag auch unter dem Aspekt der Flächeneinsparung: Wenn Neubaumaßnahmen bestehende, zentral gelegene Gebäude ersetzen, werden keine neuen Bauflächen im Außenbereich der Stadt beansprucht und eine weitere Zersiedelung vermieden.

Bestandersatz als
Alternative zur
Sanierung

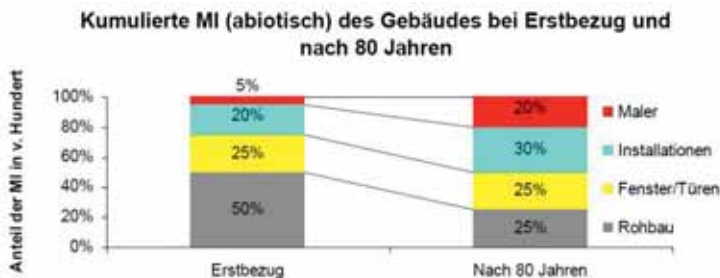


Abbildung 55: Kumulierte Materialintensität (abiotisch) eines beispielhaften Wohngebäudes bei Erstbezug und nach 80 Jahren. Quelle: Maaß et al. 2009.

Um eine umfassende Abwägung zwischen den Varianten Neubau und Sanierung treffen zu können, bedarf es jedoch einer Betrachtung des Ressourcenverbrauchs über den gesamten Lebenszyklus der Gebäude (Abbildung 55). In der Regel ist der Ressourcenaufwand beim Neubau höher als bei der Sanierung. Das liegt u. a. darin begründet, dass die Herstellung der meisten Massenbaustoffe (Beton, Stahl, Klinker) mit einem hohen Energieaufwand bzw. CO₂-Ausstoß verbunden ist, der in der Bilanz nicht vernachlässigt werden darf: Jährlich emittieren Zementwerke mehr als 2 Mrd. Tonnen des Treibhausgases CO₂ – das sind 5 % der weltweiten CO₂-Emissionen. Damit setzt die Zementherstellung zwei bis dreimal so viel CO₂ frei wie der globale Flugverkehr.

Abwägung zwischen
Neubau und
Sanierung erfordert
Betrachtung des
gesamten Lebens-
zyklus

Bauwirtschaft
investiert nur 0,1 %
des deutschen FuE-
Aufkommens

Insgesamt zählt der Bausektor auch bei der nicht-energetischen Ressourceninanspruchnahme zu den rohstoffintensivsten Wirtschaftszweigen. Rund ein Drittel aller Materialströme pro Bundesbürger entsteht im Bedürfnisfeld Bauen und Wohnen [Wallbaum und Kummer 2005]. Durch innovative Technologien, Materialien und Verfahren können hier jedoch erhebliche Potenziale erschlossen werden. Dazu muss jedoch in Forschung und Entwicklung investiert werden. Traditionell zählt das Baugewerbe zu den wenig forschungsintensiven Industriezweigen. So investierte die deutsche Bauwirtschaft 2008 etwa 65 Mio. Euro in Forschung und Entwicklung [Stifterverband 2010]. Das entspricht etwa 0,1 % der FuE-Aufwendungen der gesamten deutschen Wirtschaft. Im Rahmen der Hightech-Strategie der Bundesregierung wird versucht, mit dem Programm *Zukunft Bau* eine Verbesserung der Forschungsaktivitäten der Bauwirtschaft zu erreichen.

Neuer Zement
reduziert CO₂-
Emissionen um die
Hälfte

Zukunftsweisende Innovationen für die Bauwirtschaft sind z. B. die Entwicklung eines neuen ressourcenschonenden Zements, der das Potenzial hat, den Energiebedarf bei der Herstellung um bis zu 50 % zu reduzieren [KIT 2010]. Auch wird deutlich weniger Kalk benötigt. Insgesamt sinken die CO₂-Emissionen dadurch auf die Hälfte. Derzeit wird in Karlsruhe eine Pilotanlage errichtet, in der das Herstellungsverfahren weiterentwickelt werden soll. Bis 2014 soll ein Produkt aus einer ersten industriellen Anlage verfügbar sein.

Leichtbauweise mit
Recycling-Stahl

Potenziale bietet auch die Leichtbauweise, z. B. mit Stahl. Eine Ökobilanz, die drei Haustypen in Massiv-, Holz- und Leichtbauweise mit Stahl verglichen hat [Mensing et al. 2008], kommt zu dem Schluss, dass Stahlbau aus nachhaltiger Sicht besser ist als sein Ruf, insbesondere aufgrund seiner geringen Masse pro Nutzfläche, der Flexibilität, der Kreislauffähigkeit und der langen Lebensdauer der Materialien. In der Schweiz wird *Öko-Stahl* (Stahlträger) beworben, der zu 100 % aus Recyclat besteht und damit bei der Herstellung 70 % weniger Energie benötigt und 85 % weniger CO₂ emittiert als Primärstahl. Quelle für diese Stahlträger ist v. a. Altschrott aus Haushaltsgeräten und Autos, der nicht wieder zu Stahlblechen recycelt werden kann [Stahlbauzentrum Schweiz 2010].

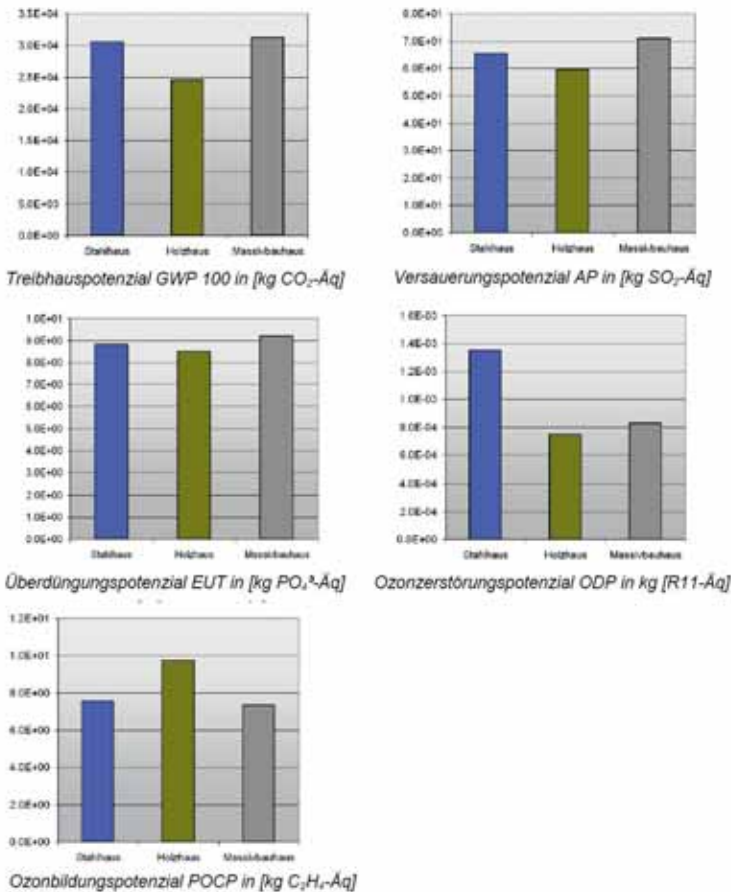


Abbildung 56: Beim Vergleich verschiedener Haustypen (Stahlleichtbau, Holzbau, Massivbau) schneidet Holz am besten ab. Da Stahlträger zu 100 % aus Recyclat hergestellt werden, schneidet Stahl jedoch insgesamt auch relativ gut ab. Quelle: Mensinger et al. 2008.

Am besten schneidet jedoch der Werkstoff Holz ab. Als erneuerbare Ressource wird er gerade auch für das Bauen im Bestand als interessant eingeschätzt – aufgrund des geringen Gewichts, des hohen Vorfertigungsgrades und damit geringer Sanierungsdauer [Kristof et al. 2008]. Allerdings werden die Potenziale dieses Werkstoffs bislang noch nicht ausgeschöpft. Im Rahmen des BMBF-Forschungsprojekts *Holzwege 2020plus* wurde deshalb versucht, neue Märkte für den Absatz von Holz zu mobilisieren und Strategien insbesondere für den Einsatz von Holz beim Bauen im Bestand zu entwickeln²³.

Potenziale des Werkstoffs Holz sind noch nicht ausgeschöpft

²³ www.holzwege2020.de

Der Gebäudebestand
als Materiallager

Durch besseres
Recycling könnte der
Einsatz von
Bauschutt als
Zuschlag für Beton
verzehnfacht werden

Der verstärkte Einsatz von Recyclingmaterialien und nachwachsenden Rohstoffen ist ein wichtiger Weg, um den Ressourceneinsatz in der Bauwirtschaft zu reduzieren. Die beste Quelle ist dabei der Gebäudebestand selbst: Nach Schätzungen des Öko-Instituts beläuft sich das Materiallager des deutschen Wohnungsbestands auf 10,5 Mrd. t, davon 9,6 Mrd. t mineralische Baustoffe, 100 Mio. t Metalle und 6,8 Mio. t Dämmstoffe [Öko-Institut 2006]. Bis 2020 gehen die Autoren von einem weiteren Anstieg auf 12,6 Mrd. t aus. Insbesondere der Bereich der Dämmstoffe wird bis 2025 auf 20 Mio. t ansteigen. Gleichzeitig stellen Bau- und Abbruchabfälle den größten Abfallstrom in Deutschland dar – im Jahr 2002 fielen 73 Mio. t dieser Abfallart an [Müller 2008]. Doch bislang wird ein Drittel des anfallenden Bauschutts nicht verwertet; nur 1 % des aufbereiteten Bauschutts wird im Hochbau eingesetzt. Ein aktuelles Forschungsprojekt entwickelt derzeit ein Verfahren, das die Korngrößenverteilung des Bauschutts verbessert und insbesondere die feinen Korngrößen unter 4 mm minimiert. Das Projektconsortium schätzt, dass bei besserer Qualität der Recycling-Baustoffe deren Einsatz als Betonzuschlagsstoff um den Faktor 10 gesteigert werden könnte [Müller 2008].



Abbildung 57: Durch die Verbesserung der Qualität von Recycling-Baustoffen könnte deren Einsatz als Betonzuschlagsstoff um den Faktor 10 gesteigert werden. Bildquelle: www.aufbaukoernungen.de.

München könnte bis
2050 die CO₂-
Emissionen um 90 %
reduzieren

Die größten Potenziale für Energie- und Ressourceneinsparung lassen sich erzielen, wenn nicht nur einzelne Gebäude, sondern ganze Städte oder Stadtviertel betrachtet werden. So könnte gemäß einer Studie im Auftrag der Siemens AG eine Großstadt wie München bis 2050 ihre CO₂-Emissionen um 90 % reduzieren. Ein Instrument zur CO₂-Reduktion sind hocheffiziente Energieanwendungen insbesondere bei Gebäuden-Infrastrukturanpassungen bei Wärme, Strom und Verkehr

sowie ein weitestgehender Umstieg auf erneuerbare und CO₂-arme Energien [Siemens AG 2009].

Global betrachtet werden jedoch Städte wie München in der globalen Energie- und Rohstoffbilanz kaum eine Rolle spielen. Dynamisches Wachstum, intensive Bautätigkeit und täglich wachsende Verkehrsströme sind Charakteristika der Megastädte in Schwellen- und Entwicklungsländern. Weltweit wachsen die Städte jährlich um 60 Mio. Menschen; 2030 werden zwei Drittel der Weltbevölkerung in Städten wohnen. Vor diesem Hintergrund hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung einen Förderschwerpunkt *Forschung zur nachhaltigen Entwicklung der Megastädte von morgen* aufgelegt, der sich auf energie- und klimaeffiziente Strukturen in urbanen Wachstumszentren fokussiert. So wird zum Beispiel in Addis Abeba erkundet, wie man durch geeignete Maßnahmen des Abfallmanagements die Treibhausgasemissionen der Stadt reduzieren und gleichzeitig wertvolle Rohstoffe gewinnen kann. In der südafrikanischen Region Gauteng geht es unter anderem darum, durch veränderte Planungs- und Bauweisen den Energiebedarf der künftigen Häuser zu senken. Denn dort entstehen im sozialen Wohnungsbau viele neue Gebäude: Im *Social Housing Act* ist festgehalten, dass bis 2014 aus staatlichen Mitteln die ärmere, vorwiegend schwarze Bevölkerung Wohnungen bekommen soll. Entstanden sind bislang hunderttausende kleiner Hütten, mit offenen Feuerstellen, nicht beheizt, nicht gedämmt. Das Forschungsprojekt erkundet Bauweisen, die gleichzeitig weniger Energie verbrauchen und mehr Wohnkomfort für die Bewohner bieten.

2030 werden zwei Drittel der Menschheit in Städten leben

BMBF-Förderschwerpunkt: Forschung für die Megastädte von morgen

Fazit

Der Bereich Bauen und Wohnen zählt zu den ressourcenintensivsten Bedürfnisfeldern in Deutschland. 40 % der Endenergie werden in diesem Sektor verbraucht, zwei Drittel des Materialinputs geht auf Kosten der Bauwirtschaft. Einer der wesentlichen Hebel für die Verbesserung der Ressourceneffizienz im Bereich Bauen und Wohnen liegt in einem besseren Management des Gebäudebestands. Auch für das Schließen von Stoffkreisläufen besteht im Gebäudebestand ein großes Potenzial - mit einer Gesamtmasse von 10 Mrd. Tonnen sind Bauwerke das größte Materiallager für mineralische Rohstoffe, Stahl und andere Materialien. Noch größere Effekte lassen sich erzielen, wenn ganze Stadtteile und Städte betrachtet werden. So könnten die CO₂-Emissionen einer Stadt wie München bis 2050 um 90 % gesenkt werden.

Doch obwohl der größte Hebel für mehr Ressourceneffizienz bei den bestehenden Gebäuden liegt, adressieren viele der aktuellen Instrumente in erster Linie den Neubau. Dies betrifft so unterschiedliche Instrumente wie die EnEV, die EU-Richtlinie über die Gesamteffizienz von Gebäuden oder die Zertifikate der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen.

Bislang wird v. a. versucht, die Sanierungsquote über finanzielle Anreize (zinsgünstige Darlehen, Zuschüsse) zu erhöhen. Um eine Steigerung der Rate auf 2 % zu erreichen, müsste das Programm zur Gebäudesanierung auf ca. 5 Mrd. Euro verdoppelt werden. Doch die Hemmnisse für eine Sanierung liegen nicht nur im monetären Bereich. Informationsdefizite führen sowohl bei Hausbesitzern als auch bei den Akteuren der Bauwirtschaft dazu, dass die technischen und finanziellen Möglichkeiten nicht voll ausgeschöpft werden. Eine Verbesserung der Ausbildung und Beratung ist hier dringend erforderlich. Innovative Finanzierungskonzepte können dazu beitragen, das Nutzer-Investor-Dilemma im Mietsegment aufzubrechen. Alternativ werden zunehmend auch gesetzliche Regelungen diskutiert, die die Gebäudeeigentümer innerhalb bestimmter Fristen zur Sanierung verpflichten. Eine andere Möglichkeit wäre, zusätzlich zur Sanierung auch den Bestandsersatz (Abriss und Neubau auf der gleichen Fläche) zu fördern. Dabei muss jedoch ein Lebenszyklusvergleich erfolgen, denn der Neubau ist meistens ressourcenintensiver als die Sanierung. Die Förderung von Innovationen in der Bauwirtschaft (CO₂-armer Zement, Leichtbau, verstärkter Einsatz erneuerbarer und recycelbarer Materialien) kann dazu beitragen, die Ressourceninanspruchnahme beim Bau zu verringern.

4 ANHANG

4.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ergebnisse einer Unternehmens-Umfrage 2010 zum Thema Ressourceneffizienz. Die Förderung von Innovationen wurde von den meisten als wichtige Maßnahme gesehen, um die Ressourceneffizienz in der eigenen Branche zu steigern. Quelle: eigene Darstellung.	21
Abbildung 2: Die Nachhaltigkeitsindikatoren der österreichischen Unternehmensinitiative ECR gehen über das Thema CO ₂ -Emissionen/ Energieverbrauch hinaus und umfassen auch die Ressourcennutzung. Quelle: SERI 2010.	24
Abbildung 3: Beispiele für die Integration von Innovationen in Kennzeichen und Labels. Links die Energieeffizienzklassen für Haushaltsgeräte gemäß EU-Richtlinie 2010/30/EU; rechts die Siegel der <i>Cradle-to-Cradle</i> -Zertifizierung. Quelle: beckerdoering 2010, MBDC 2011.	25
Abbildung 4: Weltweit existieren über 600 verschiedene Labels und Kennzeichen mit teils überlappenden, teils verschiedenen Kriterien und Standards. Quelle: World Resources Institute 2009.	27
Abbildung 5: Trotz hoher Zuwachsraten liegen die Anteile der supereffizienten Geräte (A++) noch bei unter 10 % des europäischen Markts. Quelle: eigene Darstellung nach Gutberlet 2010 auf Basis von Daten der GfK.	28
Abbildung 6: In der Kampagne <i>mission E</i> wurden Informationsvermittlung und ständig wiederkehrendes Feedback kombiniert, um neue Verhaltensroutinen zu etablieren. Bildquelle: Atelier Celeste, Düsseldorf.	31
Abbildung 7: Das Online-Tool <i>View Electricity Consumption</i> ermöglicht den teilnehmenden Organisationen nicht nur die Übersicht über den eigenen Energieverbrauch, sondern auch den Vergleich mit anderen Teilnehmern. Quelle: Danish Energy Saving Trust 2011.	37
Abbildung 8: Eine VDI-Richtlinie zum instandhaltungsgerechten Konstruieren wurde als Bestandteil der internen Werksnorm eines deutschen Autoherstellers übernommen – insbesondere nachdem die Teilkaskoschadensklassen durch die Versicherer entsprechend angepasst wurden. Bildquelle: iStockphoto.com/leeznnow.	40
Abbildung 9: Die Einführung der Deponieabgabe 1996 hat sich in Großbritannien als entscheidender Anreiz für mehr Recycling in der Baubranche erwiesen – der absolute Verbrauch von Primärrohstoffen ging rapide nach unten. Die Rohstoffabgabe (2002) hat eine weitere, aber geringere Reduktion bewirkt. Quelle: EEA 2008.	44
Abbildung 10: Die Unterschiede im Anteil der deponierten und wiederverwerteten Abfälle zwischen den Niederlanden und Portugal werden deutlich. Quelle: verändert nach DEFRA 2006.	47
Abbildung 11. Die Definition von Subventionen weitet sich aus. Quelle: verändert nach OECD 2010.	52

Abbildung 12: Förderung fossiler und erneuerbarer Energieträger weltweit. Quelle: VDI nachrichten 12.11.2010.	54
Abbildung 13: Je nach Land unterscheidet sich der Anteil direkter und indirekter Fördermittel an den internen FuE-Ausgaben. Quelle: VCI 2011.	58
Abbildung 14: Nach der Erhöhung von Einspeisevergütungen für Strom aus PV-Anlagen im Jahre 2007 hat sich der Umfang von Installationen in Spanien sprunghaft erhöht. Quelle: eigene Darstellung nach EPIA 2010.	59
Abbildung 15: Die Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen mit alternativen Antrieben in Schweden und Stockholm im Jahr 2008. Quelle: BEST 2009.	60
Abbildung 16: Die Bedeutung des weltweiten Markts für Waldschutzmaßnahmen für die Kompensation von CO ₂ -Emissionen wird in den nächsten Jahren zunehmen. Quelle: eigene Darstellung nach environmentalleader 2011.	61
Abbildung 17: Nach einem Vorschlag von UKERC 2007 würde man bei der Bezahlung fossiler Energieträger für den Haushalt (z. B. Heizöl) und den individuellen Transport eine <i>Carbon Allowance Card</i> brauchen. Quelle: Strickland/Parag 2011.	64
Abbildung 18: Mit Hilfe von <i>Property Development Rights Trading</i> werden im Gegensatz zur üblichen Zersiedelung (rechts) verdichtete Siedlungsgebiete und der Erhalt wertvoller landwirtschaftlicher bzw. natürlicher Flächen angestrebt. Quelle: eigene Darstellung nach Hanly-Forde et al. o.J.	65
Abbildung 19: Gegenwärtig werden Windkraft- und Photovoltaikanlagen überwiegend in den Ländern installiert, wo die Stromproduktionskosten nicht unbedingt am niedrigsten sind. Quelle: EWI 2007.	66
Abbildung 20: Einigung statt Gesetz – weil die EU-Kommission mit einer gesetzlichen Regelung drohte, einigten sich 13 Mobiltelefonhersteller auf die Erarbeitung eines gemeinsamen Standards für Ladegeräte. Bildquelle: picture-alliance dpa/Julian Stratschulte.	71
Abbildung 21: Die Wirksamkeit dynamischer Standards. Die signifikanten Sprünge der Energieeffizienz von Kühlgeräten in den USA korrelieren mit der Einführung entsprechender Mindeststandards. Quelle: Berkeley Lab/earth 2006.	72
Abbildung 22: Anteil der <i>Grünen Beschaffung</i> an der gesamten öffentlichen Beschaffung ausgewählter EU-Länder. Quelle: eigene Darstellung nach Bouwer et al. 2006.	76
Abbildung 23: Zurückgelegte Passagierkilometer in Tausend pro Kopf (PKT/cap) in Abhängigkeit vom Bruttonationalprodukt pro Kopf (GDP/cap) für elf Weltregionen von 1950 - 2000. Quelle: Schäfer 2007.	79
Abbildung 24: Die Ausweitung der Passagierkilometer in Tausend pro Kopf (PKT/cap) bei konstantem Zeitbudget führte im Laufe der letzten 50 Jahren zur Nutzung immer schnellerer Verkehrsmittel (<i>Mode Share of PKT %</i>). Quelle: Schäfer 2007.	80

Abbildung 25: Modalsplit des Personenverkehrs in Deutschland von 1991 - 2008. Quelle: UBA 2010a.	81
Abbildung 26: Modalsplit des Güterverkehrs in Deutschland von 1991 - 2008. Quelle: UBA 2010a.	82
Abbildung 27: Elektronischer B2C-Handel in Europa von 2006 - 2011. Quelle: eigene Darstellung nach eMarketer 2007.	84
Abbildung 28: Reibungsloser Busverkehr in Großstädten mit Bus-Rapid-Transit-Systemen. Haltestelle des <i>Trans Milenio</i> in Bogota [UNEP 2010]. Bildquelle: Carlosfelipe Pardo, Slow Research 2010.	86
Abbildung 29: Auswirkungen des Verhältnisses von Primär- zu Sekundäraluminium auf den globalen Materialaufwand (TMR) eines Golf A4. Quelle: van de Sand et al. 2007.	87
Abbildung 30: Betrachtung des Anstiegs der Nachfrage nach Stahl und Aluminium in der Automobilindustrie und der Verfügbarkeit entsprechenden Sekundärmaterials. Quelle: WBCSD 2004.	88
Abbildung 31: Lebenszyklusbetrachtung der Treibhausgasemissionen unterschiedlicher Fahrzeugklassen und -antriebe. Quelle: veränderte Darstellung nach Lane 2006.	88
Abbildung 32: Freies Parken für ladende Elektrofahrzeuge in Berlin. Bildquelle: Wikimedia/Chrischerf.	90
Abbildung 33: Display eines Eco-Profiles. Das teilautomatisierte Fahrprogramm unterstützt eine spritsparende Fahrweise. Quelle: Continental Automotive 2010.	92
Abbildung 34: Der größte Energiebedarf in der Wertschöpfungskette Ernährung liegt in der Landwirtschaft und beim Verbraucher. Quelle: eigene Darstellung nach Science 2010.	95
Abbildung 35: Durch die politischen Umbrüche der 90er Jahre hatte die kubanische Landwirtschaft keinen Zugang zu Pestiziden, Dünger und Traktordiesel. Die folgende Abschaffung der Steuer auf landwirtschaftliche Aktivitäten in den Städten führte zu einem Boom der <i>Urban Agriculture</i> . Bildquelle: Jennifer Cockrall-King, foodgirl.ca 2010.	96
Abbildung 36: Durch die freiwillige Installation von Kameras auf Schiffen kann die Menge des Beifangs wirksam reduziert werden. Die Abschaffung schädlicher Subventionen und weniger Bürokratie sind ebenfalls wichtige Voraussetzung für mehr Ressourceneffizienz auf See. Bildquelle: DTU Aqua 2010 (linkes Bild), J.Dalskov, DTU Aqua 2010 (rechtes Bild).	98
Abbildung 37: Rindfleisch mit Reis und Tomaten oder Hühnchen mit Kartoffeln und Karotten? Bezogen auf die Energiebilanz macht dies einen großen Unterschied – bei gleichem Nährwert der Mahlzeit. Doch solche Informationen sind derzeit für den Verbraucher nicht schnell und unkompliziert verfügbar. Quelle: eigene Darstellung nach Science 2010.	100
Abbildung 38: 30 - 40 % der Lebensmittel werden global weggeworfen. Während in Entwicklungsländern ein großer Teil bereits bei der Nahrungsmittelproduktion und beim Transport verdirbt, werden in den USA und UK über 50 % beim Endverbraucher entsorgt. Quelle: eigene Darstellung nach Godfray et al. 2010.	102

Abbildung 39: Rabattangebote in Supermärkten erhöhen die Menge der Lebensmittelabfälle. Um einer gesetzlichen Regelung zuvorzukommen, haben britische Supermarktketten nun ihre Marketingstrategie verändert. Bildquelle: wikimedia, Ian Shortman.	103
Abbildung 40: Anstieg des weltweiten Datenverkehrs im Internet bis auf 44 Exabyte im Jahr 2012. Das Wachstum beträgt 34 % pro Jahr. Quelle: eigene Darstellung nach Cisco 2010.	105
Abbildung 41: Basisprognose des Stromverbrauchs der IKT – Anteilsveränderungen der Sektoren. Quelle: IZM/ISI 2009.	106
Abbildung 42: Potenzial der CO ₂ e-Einsparungen verschiedener Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz von IKT-Systemen. Quelle: GeSI 2009.	107
Abbildung 43: Vergleich der physischen Masse der Bestandteile eines Mobiltelefons mit dem TMR dieser Bestandteile. Quelle: eigene Darstellung nach Halada 2010.	109
Abbildung 44: Die weltweite Verteilung der Produktion kritischer Rohstoffe. Quelle: EC-E&I 2010.	110
Abbildung 45: Transportwege des Elektromülls in Asien. Daten: Basel Action Network, Silicon Valley Toxics Coalition, Toxics Link India, SCOPE (Pakistan), Greenpeace China, 2002. Quelle: Philippe Rekacewicz, UNEP/GRID-Arendal [UNEP 2010b].	111
Abbildung 46: Rücknahmeautomaten für Handys in den USA [Patalong 2010]. Bildquelle: www.ecoatm.com.	112
Abbildung 47: Der globale Anteil der CO ₂ e-Emissionen durch IKT. Es wird erwartet, dass die direkten Emissionen der IKT bis 2020 von 0,5 auf 1,4 GtCO ₂ e anwachsen werden. Allerdings bieten IKT-gestützte Anwendungen ein Reduktionspotenzial von 7,8 GtCO ₂ e. Quelle: GeSI 2008.	113
Abbildung 48: TCO am Beispiel Maschinenbau. Die Maschineninvestitionen steigen an, aber die Wartungs- und Energiekosten sinken. Quelle: eigene Darstellung nach Pause 2009.	114
Abbildung 49: Vergleich einer zentralen Materialflusssteuerung mit der dezentralen Selbstorganisation im Internet der Dinge. Quelle: Günthner et al. 2010.	115
Abbildung 50: Ressourceneffizienz durch standortbezogene Dienstleistungen. Eine mobile Mitfahrzentrale verbindet Mitfahrer und Fahrer in Echtzeit. Quelle: flinc 2010.	116
Abbildung 51: Ergebnis der Potenzialanalyse für eines von 70.000 Gebäuden der Stadt Osnabrück. Quelle: SUNAREA 2008.	117
Abbildung 52: Energyphone. <i>SmartMetering</i> -Anwendung für das iPhone. Quelle: Fraunhofer FIT 2010.	118
Abbildung 53: Heizenergiebedarf des Wohngebäudebestandes in Deutschland. Quelle: Maaß et al. 2010.	121
Abbildung 54: Die Vergütung von Planungsleistungen für Ingenieure und Architekten erfolgt in Anlehnung an das Auftragsvolumen. Die zusätzlichen Beratungsleistungen für die Energieberatung sind durch die HOAI bisher nicht geregelt. Bildquelle: Thilo Saltmann/Architektenkammer NRW.	123

Abbildung 55: Kumulierte Materialintensität (abiotisch) eines beispielhaften Wohngebäudes bei Erstbezug und nach 80 Jahren. Quelle: Maaß et al. 2009.	125
Abbildung 56: Beim Vergleich verschiedener Haustypen (Stahlleichtbau, Holzbau, Massivbau) schneidet Holz am besten ab. Da Stahlträger zu 100 % aus Recyclat hergestellt werden, schneidet Stahl jedoch insgesamt auch relativ gut ab. Quelle: Mensinger et al. 2008.	127
Abbildung 57: Durch die Verbesserung der Qualität von Recycling-Baustoffen könnte deren Einsatz als Betonzuschlagsstoff um den Faktor 10 gesteigert werden. Bildquelle: www.aufbaukoernungen.de.	128

4.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vorschlag für Grenzen der Belastbarkeit der vom Menschen beeinflussten Erdsystemprozesse. Für den Klimawandel, den Verlust von Biodiversität und die Stickstoffbelastung sind die Grenzen bereits überschritten. Quelle: Rockström et al. 2009.	19
Tabelle 2: Technologiespezifische Banding-Faktoren für grüne Zertifikate in Großbritannien im Jahr 2009. Quelle: eigene Darstellung nach Carbon Trust 2011.	67
Tabelle 3: Verbesserungsvorschläge zur besseren Integration der Ressourceneffizienz im Anhang der Ökodesign-Richtlinie. Quelle: eigene Darstellung.	74
Tabelle 4: Vergleich der Wertschöpfungskette eines Braeburn Apfels aus Deutschland und Neuseeland. Der kumulierte Energieaufwand fällt bei deutschen Äpfeln um 27 % geringer aus. Quelle: nach UBA 2009.	83
Tabelle 5: Durchschnittsgeschwindigkeit für PKW in europäischen Großstädten. Quelle: eigene Darstellung nach Forbes 2008.	85
Tabelle 6: Anteil metallischer Rohstoffe in weltweit verkauften elektronischen Endgeräten im Jahr 2008 und deren Anteil an den weltweit geförderten Mengen. Quelle: eigene Darstellung nach Hagelüken 2010.	108

4.3 Quellenverzeichnis

- [Abrahamse et al. 2005] Abrahamse, W.; Steg, L.; Vlek, C.; Rothengatter, T. (2005): A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of Environmental Psychology*, 25 (3), 273-291.
- [ACEA 2007] ACEA – European Automobile Manufacturers Association (2007): Car industry wants fact-based policy on CO2 reductions. Brüssel, 26. Januar 2007, http://www.acea.be/index.php/news/news_detail/car_industry_wants_fact_based_policy_on_co2_reductions (aufgerufen am 20.08.2010).
- [ADL et al. 2004] ADL – Arthur D. Little et al. (2004): Studie zur Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in mittelständischen Unternehmen. 2004, <http://www.materialeffizienz.de/dateien/fachartikel/studie.pdf> (aufgerufen am 26.08.2010).

- [Ahmed/Segerson 2008] Ahmed, R.; Segerson, K. (2008): Collective Voluntary Agreements: Towards Greener Markets. Connecticut, August 2008, <http://rashaahmed.com/Documents/VA%20and%20polluting%20products%20aug%2008.pdf> (aufgerufen am 03.09.2010).
- [Anderson 2004] Anderson, L. (2004): Taxing Raw Materials – a qualitative Study of the Swedish Tax on Natural Gravel and the Danish Tax on Raw Materials. Bachelor Thesis, 2004, <http://epubl.luth.se/1404-5508/2004/028/LTU-SHU-EX-04028-SE.pdf> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [Andresen et al. 2010] Andresen, T.; Schneider M.C.(2010): Gipfel elektrisiert Konzerne. Handelsblatt, Nr. 84, S. 36 (2010).
- [Aschwanden 2009] Aschwanden, T. (2009): Klimaschutz konkret: Die Alpentransitbörse – Ein Marktinstrument zur Lösung des LKW-Problems in den Alpen. In: Rudolph, S.; Schmidt, S.(2009)(Hrsg.): Der Markt im Klimaschutz – Welchen Beitrag leisten Emissionshandel und Ökosteuern zur Erreichung der Klimaziele in Deutschland und Europa. Marburg 2009.
- [Bach 2009] Bach, S. (2009): Ökologische Steuerreform für Deutschland – Geschichte, Konzept und Wirkungen. In: Rudolph, S.; Schmidt, S.(2009)(Hrsg.): Der Markt im Klimaschutz – Welchen Beitrag leisten Emissionshandel und Ökosteuern zur Erreichung der Klimaziele in Deutschland und Europa. Marburg 2009.
- [Baron et al. 2008] Baron, R. et al. (2008): Studie zur Konzeption eines Programms für die Steigerung der Materialeffizienz in mittelständischen Unternehmen. Abschlussbericht.
- [Baur et al. 2009] Baur, M.; Schneider, L.; Himmel, M.; Gutzwiller, L.; Wiederkehr, S.; König, F. (2009): Steuerliche Anreize für energetische Sanierungen von Gebäuden – Studie der interdepartementalen Arbeitsgruppe. Schweizerische Eidgenossenschaft, Januar 2009.
- [BDE 2009] Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e.V. (BDE)/Peter Kurth(2009): Abfallrahmenrichtlinie und Umsetzung in deutsches Recht. <http://www.bde-berlin.org/?p=1302> (aufgerufen am 03.03.2011).
- [BDS 2009] BDS Marketing Research (2009): The Effects of the landfill tax and aggregates levy – By an analysis of aggregates markets since 1990. Dezember 2009, <http://www.britishaggregates.co.uk/documentation/doc118.pdf> (aufgerufen am 16.08.2009).
- [beckerdoering 2010] becker döring communication: Neues Energielabel. <http://hausgeraete-plus.de/pdf/info-energielabel.pdf> (aufgerufen am 04.03.2011).
- [Behrens et al. 2005] Behrens, A.; Hinterberger, F.; Stewen, M.; Stocker, A. (2005): Eine Materialinputsteuer zur Senkung des Ressourcenverbrauchs – und Schaffung von Arbeitsplätzen? in: Ressourcenproduktivität als Chance – in langfristiges Konjunkturprogramm für Deutschland, Herausgegeben von der Aachener Stiftung Kathy Beys, 2005, S. 49-62; <http://www.aachenerstiftung.de/projekte/ueberregionale-projekte/studie-ressprod-steuern.html> (aufgerufen am 09.11.2010).
- [Berkeley Lab/eoearth 2006] Sathaye, J. et al. (2006): Global Climate Change and Energy Security: Role of Energy Efficiency. Presented to the NATO Parliamentary Assembly. 30. Juni 2006. Lawrence Berkeley National Laboratory.
- [BEST 2009] BioEthanol for Sustainable Transport (2009): Promoting Clean Cars – Case Study of Stockholm and Sweden. Report 5.12 from the project Bioethanol for Sustainable Transport, 12. Februar

- 2009, http://www.besteuropa.org/upload/BEST_documents/incentives/D.5.12%20Promoting%20Clean%20Cars%20Report.pdf (aufgerufen am 16.08.2010).
- [BEUC 2006] The European Consumers' Organisation (2006): Voluntary Environmental Agreements. Bureau Européen des Unions de Consommateurs, 26.10.2006, http://ec.europa.eu/reducing_co2_emissions_from_cars/doc_contrib/beuc_voluntary_environmental_agreements_en.pdf (aufgerufen am 26.08.2010).
- [BGR 2010] Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2010): Technische Zusammenarbeit mit der Demokratischen Republik Kongo. http://www.bgr.bund.de/cln_109/nn_1755398/DE/Themen/TZ/TechnZusammenarbeit/Laender/kongo_dr.html (aufgerufen am 22.10.2010).
- [Biermann 2003] Biermann, F.; Böhm, F.; Brohm, R.; Dröge, S.; Trabold, H. (2003): Verursacherprinzip, WTO-Recht und ausgewählte Instrumente der deutschen Energiepolitik. UBA Forschungsbericht 201 19 107 (2003).
- [Bio Intelligence Service et al. 2008] Bio Intelligence Service, FEEM, Metroeconomica, Ecologic (2008): A Study on the Costs and Benefits Associated with the use of Tax Incentives to Promote the Manufacturing of more and better Energy-Efficient Appliances and Equipment and the Consumer Pruchasing (sic!) these Products. Dezember 2008, http://ec.europa.eu/taxation_customs/resources/documents/taxation/gen_info/economic_analysis/economic_studies/summary_costs_benefits_bio_en.pdf (aufgerufen am 31.08.2010).
- [BMU 2006] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2006): Sprintsparen lohnt sich – für Geldbörse und Umwelt. <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/print/2133/> (aufgerufen am 2.04.2009).
- [BMU 2009] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2009): Der BMU-Umwelttechnologie-Atlas 2.0: GreenTech made in Germany. http://www.bmu.de/wirtschaft_und_umwelt_umwelttechnologie_umwelttechnologie-atlas/doc/38674.php (aufgerufen am 4.03.2011).
- [BMU 2010] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Normung im Umweltschutz. Mai 2009, http://www.bmu.de/produkte_und_umwelt/normung_im_umweltschutz/doc/39043.php (aufgerufen am 9.11.2010).
- [BMU 2010a] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Novelle Kreislaufwirtschaftsgesetz. <http://www.bmu.de/abfallwirtschaft/downloads/doc/45401.php>, (aufgerufen am 12.09.2010).
- [BMVBS 2010] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2010): CO₂-Gebäudesanierung - Energieeffizient Bauen und Sanieren: Die Fakten. www.bmvbs.de, (aufgerufen am 04.08.2010).
- [BMWi 2009] Bundesministerium für Wirtschaft (2009): Richtlinie über die Förderung der Beratung zur sparsamen und rationellen Energieverwendung in Wohngebäuden vor Ort – Vor-Ort-Beratung – vom 10. September 2009. Bundesanzeiger Nr. 144 vom 25.09.2009; S. 3360.
- [BMWi 2010] Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (2010): Aktionsprogramm Cloud Computing – Eine Allianz aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. <http://www.BMWi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=362096.html>, (aufgerufen am 19.10.2010).

- [BMWi/BMU 2010] BMWi; BMU – Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Energiekonzept, Entwurf vom 7.09.2010., <http://www.BMWi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=357316.html>.
- [Bolzen 2010] Bolzen, S. (2010): EU verdonnert Industrie zu Universal-Handyladegerät. www.welt.de, (aufgerufen am 08.02.2011).
- [Borchers 2008] Borchers, U. (2008): Fachartikel: Alter der Fahrzeuge, Kraftfahrt-Bundesamt.
- [Borderstep 2009] Borderstep (2009): Ein Green New Deal für Rechenzentren, Computerwelt, <http://www.borderstep.de/details.php?menue=95&subid=96&projektid=281&le=de>.
- [Böhringer/Frondel 2007] Böhringer, C.; Frondel, M. (2007): Assessing of voluntary commitments of German cement industry: the importance of baselines, in: Reality Check: the nature and performance of voluntary environmental agreements in United States, Europe and Japan (2007).
- [Börsenblatt.net 2008] Börsenblatt.net (2008): Remissionsquote senken, <http://www.boersenblatt.net/187415/> (aufgerufen am 12.10.2010).
- [Börsenblatt.net 2009] Börsenblatt.net (2009): Standardisierung hilft gegen hohe Remissionsquoten, <http://www.boersenblatt.net/318556/> (aufgerufen am 12.10.2010).
- [Bouwer et al. 2006] Bouwer, M.; Jonk, M.; Berman, T.; Bersani, R.; Lusser, H.; Nappa, V.; Nissinen, A.; Parikka, K.; Szuppinger, P.; Viganò, C. (2006): Green Public Procurement in Europe 2006 – Conclusions and Recommendations. Brüssel, 2006, http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/take_5.pdf (aufgerufen am 06.09.2010).
- [Bremen 2008] Freie Hansestadt Bremen, Der Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa (2008): Vorlage für die Sitzung des Senats am 02. September 2008 – Gesplitterte Entwässerungsgebühr in der Stadtgemeinde Bremen. Bremen, 21. August 2008, <http://www.umwelt.bremen.de/sixcms/media.php/13/00%20Sen%20Vorl%20Gesplittete%20Entw%E4sserungsgeb%FChr.pdf> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [BUND 2010] BUND – Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (2010): Ein wirksames Energieeffizienzgesetz – Der Vorschlag des BUND. 20. April 2010, http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/klima_und_energie/20100420_energie_energieeffizienzgesetz_forderungen.pdf (aufgerufen am 16.08.2010).
- [Bundesregierung 2009] Bundesregierung (2009): Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. <http://www.elektromobilitaet2008.de/> (2009).
- [BZonline 2006] Berliner Zeitung online (2006): Elektronikkonzerne verbannen Schadstoffe. 05. Juli 2006, <http://www.berlinonline.de/berliner-zeitung/archiv/.bin/dump.fcgi/2006/0705/wirtschaft/0010/index.html> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [Cabinet Office 2008] Cabinet Office (2008): Food Matters. Towards a Strategy for the 21st Century. Cabinet Office, London.
- [Calcott/Walls 2005] Calcott, P.; Walls, M. (2005): Waste, Recycling and „Design for Environment“: Roles for markets and policy instruments. In:

- Resource and Energy Economics 27, 287-305,
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/roles.pdf> (aufgerufen am 03.09.2010).
- [Caldart/Ashford 1999] Caldart, C.; Ashford, N. (1999): Negotiations as a means of developing and implementing environmental and occupational health and safety policy. In: Harvard Environmental Law Review, Harvard University.
- [Carbon Trust 2011] Carbon Trust (2011): The Renewables Obligation. In: <http://www.carbontrust.co.uk/policy-legislation/energy-supply/renewable-energy/pages/renewables-obligation.aspx> (aufgerufen am 9.02.2011).
- [CECED 1997] European Committee of Domestic Equipment Manufacturers (1997): Voluntary Commitment on Reducing Energy Consumption of Domestic Washing Machines, presented to the European Communities Commission and the European Parliament. Brüssel.
- [CECED 2008] European Committee of Domestic Equipment Manufacturers Consultation Document on the Revision of the Energy Directive 92/75/ EEC of 22 September 1992 on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by household appliances. CECED Submission to the European Commission. In: http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/2008_02_22/contributions/asso/es_so.pdf (aufgerufen am 03.09.2010).
- [Cisco 2008] Cisco (2008): Approaching the Zettabyte Era – Whitepaper. In: http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-481374_ns827_Networking_Solutions_White_Paper.html (aufgerufen am 18.10.2010).
- [Cisco 2010] CISCO (2010): Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2009-2014. White Paper 2010. http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-481360.pdf (aufgerufen am 22.03. 2011).
- [Continental Automotive 2010] Continental (2010): Simplify your Drive – Einfach besser fahren. In: http://www.conti-online.com/generator/www/de/de/continental/automotive/themes/passenger_cars/interior/simplify_your_drive/simplify_your_drive_de.tabNr=2.html (aufgerufen am 10.11.2010).
- [COWI 2009] Consultancy within Engineering, Environmental Science and Economics (2009): The potential of market pull instruments for promoting innovation in environmental characteristics – Final Report. Februar 2009, http://ec.europa.eu/environment/enveco/innovation_technology/pdf/market_pull_report.pdf (aufgerufen am 06.09.2010).
- [Dalskov/Kindt-Larsen 2009] Dalskov, J.; Kindt-Larsen, L. (2009): Final Report on Fully Documented Fishery. National Institute for Aquatic Resources, Technical University of Denmark.
- [Danish Energy Saving Trust 2011] Danish Energy Saving Trust (2011): <http://www.savingtrust.dk/news/consumer/new-head-of-secretariat>. (aufgerufen am 15.03.2011).
- [Danish Ministry of Taxation 2008] Danish Ministry of Taxation (2008): Section 10: VAT, payroll tax and environmental taxes. <http://www.skm.dk/foreign/english/taxindenmark2008/6649/> (aufgerufen am 13.10.2010).
- [Darnall/Sides 2008] Darnall, N.; Sides, S. (2008): Assessing the Performance of Voluntary Environmental Programs: Does Certification Matter? In: Policy

- Studies Journal, Volume 36, Nr.1 2008,
http://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/SSRN_ID1030622_code836924.pdf?abstractid=1030622&mirid=3 (aufgerufen am 3.09.2010).
- [Daugbjerg/Svendson 2002] Daugbjerg, C.; Svendsen, G. (2002): Designing green taxes in a political context: From optimal to feasible environmental regulation. Aarhus 2002, http://ideas.repec.org/p/hhs/aareco/2001_017.html (aufgerufen am 06.09.2010).
- [DECC o. J.] Department of Energy and Climate Change (o. J.): What are Climate Change Agreements?. In:
http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/what_we_do/change_energy/tackling_clima/ccas/what_are_ccas/what_are_ccas.aspx (aufgerufen am 03.09.2010).
- [DEFRA 2006] Department for Environment, Food and Rural Affairs (2006).
<http://www.defra.gov.uk/evidence/statistics/environment/waste/kf/wrkf08.htm> (aufgerufen am 16.03.2011).
- [Delmas/Montiel 2007] Delmas, M.; Montiel, I. (2007): The Diffusion of Voluntary International Management Standards: Responsible Care, ISO 9000, and ISO 14001 in the Chemical Industry. ISBER Publication, 09-24-2007, In: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1541-0072.2007.00254.x/abstract> (aufgerufen am 31.08.2010).
- [dena 2010] Deutsche Energieagentur (2010): dena fordert Aufstockung des Gebäudesanierungsprogramms. Pressemitteilung der dena vom 11.06.2010.
- [Der Standard 2010] Der Standard.at (2010): Mitterlehner will „grüne“ Projekte vermehrt fördern, 27. Juli 2010,
<http://derstandard.at/1277339017524/Investitionen-Mitterlehner-will-gruene-Projekte-vermehrt-foerdern> (aufgerufen am 31.08.2010)
- [Der Westen 2010] DerWesten.de (2010): Kieseuro bringt nichts. 02. Februar 2010, <http://www.derwesten.de/nrz/niederrhein/Kieseuro-bringt-nichts-id2477455.html> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [DeStatis 2009] Statistisches Bundesamt (2009): Private Haushalte in der Informationsgesellschaft – Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien 2008. Fachserie 15 Reihe 4 (2009).
- [DIHK 2010] DIHK – Deutscher Industrie- und Handelskammertag (2010): Online-Händler klagen über Missbrauch beim Widerrufsrecht. In:
<http://www.dihk.de/inhalt/informationen/news/meldungen/meldung012756.html> (aufgerufen am 15.10.2010).
- [Dosch 2005] Dosch, K. (2005): Ressourcenproduktivität als Chance – Ein langfristiges Konjunkturprogramm für Deutschland. Aachener Stiftung Kathy Beys.
- [DPDHL 2010] DPDHL – Deutsche Post DHL (2010): Delivering tomorrow – Towards Sustainable Logistics. Deutsche Post AG, Headquarters (2010).
- [dradio 2010] Deutschlandradio (2010): Überforderte Wegelagerer. In:
<http://www.dradio.de/dlf/sendungen/computer/1170087/> (aufgerufen am 15.10.2010).
- [DTU Aqua 2010] DTU Aqua – Danish Technical University. National Institute of Aquatic Resources. <http://www.aqua.dtu.dk/English/About.aspx>. (aufgerufen am 23.03.2011).
- [EC 2003] European Commission (2003): Raising EU R&D Intensity – Improving the Effectiveness of Public Support Mechanisms for Private Sector Research and Development. Report to the European Commission by an Independent Expert Group, 2003.

- http://www.eirma.org/f3/local_links.php?action=jump&id=614 (aufgerufen am 31.08.2010).
- [EC 2007] Europäische Kommission (2007): GRÜNBUCH: Marktwirtschaftliche Instrumente für umweltpolitische und damit verbundene politische Ziele. Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 28. März 2007, http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/com/2007/com2007_0140de01.pdf (aufgerufen am 16.08.2010).
- [EC 2008] European Commission (2008): A study on the costs and benefits associated with the use of tax incentives to promote manufacturing of more and better energy-efficient appliances and equipment and the consumer purchasing of these products – Final Report, 2008. Dezember 2008, http://ec.europa.eu/taxation_customs/resources/documents/taxation/gen_info/economic_analysis/economic_studies/study_costs_benefits_bio_en.pdf (aufgerufen am 18.08.2010)
- [EC 2009] European Commission (2009): The potential of market pull instruments for promoting innovation in environmental characteristics – Final Report. Februar 2009, http://ec.europa.eu/environment/enveco/innovation_technology/pdf/market_pull_report.pdf (aufgerufen am 18.08.2010).
- [EC-E&I 2010] EC-Enterprise and Industry Directorate General (2010): Critical raw materials for the EU. Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials.
- [EC Environment 2010] European Commission Environment (2010): Recast of the WEEE and RoHS Directives proposed. http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/index_en.htm (aufgerufen am 15.11.2010).
- [EC Environment 2010a] European Commission - Environment (2010): Green Public Procurement. http://ec.europa.eu/environment/gpp/index_en.htm (aufgerufen am 22.10.2010).
- [Economist 2010] Economist (2010): Every drop counts and in Singapore every drop is counted. <http://www.economist.com/node/16136324>, 20.05.2010 (aufgerufen am 15.03.2011).
- [ECORYS 2008] ECORYS SCS Group (2008): Study on the Competitiveness of the European Steel Sector. Client: Directorate-General Enterprise & Industry, Within the Framework Contract of Sectoral Competitiveness Studies – ENTR/06/054, (2008).
- [EEA 2008] European Environment Agency (2008): Effectiveness of environmental taxes and charges for managing sand, gravel and rock extraction in selected EU countries. EEA Report Nr. 2/2008, http://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_2/at_download/file (aufgerufen am 06.09.2010).
- [EIA 2007] Energy Information Administration (2007): International Energy Outlook 2006. <http://www.eia.doe.gov/oiaf/archive/ieo06/>, (aufgerufen am 07.04.2009).
- [EIB 2009] European Investment Bank (2009): R&D and the financing of innovation in Europe – Financing innovative firms. In: EIB Papers, Volume 14, No. 2, 2009, http://www.eib.org/attachments/efs/eibpapers/eibpapers_2009_v14_n02_en.pdf#page=10 (aufgerufen am 31.08.2010).

- [Ekins/Salmons 2010] Ekins, P.; Salmons, R. (2010): Environmental and Eco-Innovation: Concepts, Evidence and Policies. Joint meetings of Tax and Environmental Experts.
- [Eliashch 2008] Eliashch, J. (2008): Climate Change: Financing Global Forests. UK Government, London.
- [eMarketer 2007] eMarketer (2007): European E-Commerce to Reach 323 Billion Euros in 2011. <http://www.marketingcharts.com/direct/european-e-commerce-to-reach-323-billion-euros-in-2011-1239/> (aufgerufen am 15.10.2010).
- [EnergieAgentur.NRW 2010] Energie Agentur NRW (2010): Die mission E bei der Bundeswehr. In: http://www.energieagentur.nrw.de/_infopool/page.asp?InfoID=4512&find=mission%20E (aufgerufen am 10. November 2010).
- [environmentalleader 2011] Environmental Leader (2011): Projected Global OTC Market for Forest Carbon Offsets to Hit \$ 65 Million by 2015. 05.01.2011, <http://www.environmentalleader.com/2011/01/05/projected-global-otc-market-for-forest-carbon-offsets-to-hit-65-million-by-2015/?graph=full&id=1>. (aufgerufen am 02.03.2011).
- [EPIA 2010] European Photovoltaic Industry Association (2010): Global Market Outlook for Photovoltaics until 2014. Mai 2010, http://www.epia.org/fileadmin/EPIA_docs/public/Global_Market_Outlook_for_Photovoltaics_until_2014.pdf. (aufgerufen am 16.03.2011).
- [Erhardt/Pastewski 2010] Erhardt, R.; Pastewski, N. (2010): Relevanz der Ressourceneffizienz für Unternehmen des produzierenden Gewerbes. Fraunhofer Verlag Stuttgart.
- [EU 2011] European Commission Climate Action (2011): Preparing for the 3rd trading period. In: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/auctioning_third_en.htm (aufgerufen am 3.03.2011).
- [EurActive 2008] EurActive (2008): Autos und CO2. In: <http://www.euractiv.com/de/verkehr/autos-co2/article-162421> (aufgerufen am 15.10.2010).
- [EurActive 2010] EurActive (2010): Oettinger will europäische Energiepolitik erzwingen. In: <http://www.euractiv.de/energie-klima-und-umwelt/artikel/oettinger-will-europaische-energiepolitik-erzwingen-004026> (aufgerufen am 6.12.2010).
- [Europa 2010] EUROPA - Zusammenfassungen der EU-Gesetzgebung (2010): Internet der Dinge. In: http://europa.eu/legislation_summaries/research_innovation/research_in_support_of_other_policies/si0009_de.htm (aufgerufen am 3.01.2011).
- [EUROPEN 2007] EUROPEN – The European Organization for Packaging and the Environment (2007): Packaging and Packaging Waste Law in Europe. 23. Juli 2007, http://www.europen.be/europen/files/File/What%20is%20EUROPEN/_Status%20Report%20Table%20of%20Contents%20and%20Sample%20Pages.pdf (aufgerufen am 26.08.2010) .
- [Evans 2009] Evans, A. (2009): The Feeding of the Nine Billion. Global Food Security for the 21st Century. Chatham House, London.
- [EWI 2007] Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (2007): <http://www.ewi.uni-koeln.de/Home.83.0.html>.

- [Ewringmann 2003] Ewringmann, D. (2003): Eine nachhaltige Steuerreform für Luxemburg – Wege zu einer zukunftsfähigen Umwelt-, Sozial- und Finanzpolitik. Köln 2003, http://mouvement.oeko.lu/forcedownloadfile.php?file=2003_September_Eine_nachhaltige_Steuerreform_fuer_Luxemburg.pdf (aufgerufen am 2.09.2010).
- [FAO 2009] Food and Agriculture Organization (2009): The State of Food and Agriculture (2009): Livestock in the balance. Rome 2009.
- [FAO 2010] Food and Agriculture Organization (2010): On horizon 2050 – billions needed for agriculture. In: www.fao.org (aufgerufen am 28.07.2010)
- [Faulstich et al. 2009] Faulstich, M.; Leipprand, A.; Mocker, M. (2009): Strategieelemente zur Steigerung der Ressourceneffizienz. In: Perspektive der Zukunftsfähigkeit – Steigerung der Rohstoff und Materialeffizienz. In: KfW Bankengruppe (Hrsg.), Frankfurt am Main, 2009, S. 9-32, http://www.kfw.de/DE_Home/Service/Download_Center/Allgemeine_Publicationen/Research/PDF-Dokumente_Sonderpublikationen/Steigerung_der_Rohstoff-_und_Materialeffizienz_September_2009_Internet.pdf (aufgerufen am 06.09.2010).
- [Fichter 2007] Fichter, K. (2007): Zukunftsmarkt energieeffiziente Rechenzentren. Berlin.
- [Fishsubsidies 2010] Fishsubsidies (2010): <http://fishsubsidy.org/EU/schemes/1/> (aufgerufen am 08.07.2010).
- [flinc 2010] flinc-hompage (2010): <http://www.flinco.org/de> (aufgerufen am 22.10.2010).
- [foodgirl.ca 2010] foodgirl.ca (2010): Book Blog: Food, Urban Agriculture, Food Culture, Urban Gardening. <http://foodgirl.squarespace.com/> (aufgerufen am 23.03.2011).
- [Food Standards Agency 2006] Food Standards Agency (2006): Consumer Attitudes to Food Standards – Final Report 2005. London, UK, 2006.
- [Forbes 2008] Forbes (2008): Europe's Most Congested Cities. In: http://www.forbes.com/2008/04/21/europe-commute-congestion-forbeslife-cx_po_0421congestion.html (aufgerufen am 14.10.2010).
- [Forest Disclosure 2010] Forest Disclosure (2010): www.forest-disclosure.com (aufgerufen am 19.07.2010).
- [Forslind 2003] Forslind, K.H. (2003): Implementing extended producer responsibility: the case of Sweden's car scrapping scheme. In: Journal of Cleaner Production.
- [Fraunhofer FIT 2010] Fraunhofer FIT (2010): Intelligente Smart Metering-Systeme. In: <http://www.fit.fraunhofer.de/smartmetering.html> (aufgerufen am 28.02.2011).
- [Fraunhofer UMSICHT 2008] Fraunhofer UMSICHT (2008): Ökologischer Vergleich der Klimarelevanz von PC und Thin Client Arbeitsplatzgeräten 2008: http://it.umsicht.fraunhofer.de/TCecology/docs/TCecology2008_de.pdf (aufgerufen am 19.10.2010).
- [Freitas 2009] Freitas, I. M. B. (2009): The Diffusion of ISO 900 and ISO14001 Certification, Cross Sectoral Evidence from Eight OECD Countries. Kopenhagen, 17. - 19. Februar 2009, <http://www2.druid.dk/conferences/viewpaper.php?id=5473&cf=32> (aufgerufen am 31.08.2010).

- [Friends of the Earth 2002] Friends of the Earth Trust/Limited (2002): UK pushes voluntary approach at the earth summit. Press Release, 26 August 2002. In: http://www.foe.co.uk/resource/press_releases/0826volt.html.
- [FT 2010] Financial Times (2010): IEA counts \$550bn energy support bill. Javier Blas 6.Juni 2010, London, <http://www.ft.com/cms/s/0/27c0ff92-7192-11df-8eec-00144feabdc0.html> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [Gabriel et al. 2010] Gabriel, P.; Gaßner, K.; Lange, S. (2010): Das Internet der Dinge – Basis für die IKT-Infrastruktur von morgen. Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE-IT.
- [GDA 2010] Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V. (2010): Recycling von Aluminiumprodukten. <http://www.aluinfo.de/index.php/alu-lexikon.html?lid=74> (aufgerufen am 28.02.2011).
- [Geografitti 2009] Geografitti (2009): Mitfahrzentralen 2.0. In: <http://www.geografitti.de/2009/09/09/mitfahrzentralen-2-0/> (aufgerufen am 22.10.2010).
- [GeSI 2008] The Climate Group on behalf of the Global eSustainability Initiative (2010): SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age.
- [GeSI 2009] The Climate Group on behalf of the Global eSustainability Initiative (2010): SMART 2020: Addendum Deutschland: Die IKT-Industrie als treibende Kraft auf dem Weg zu nachhaltigem Klimaschutz.
- [Gilbert 2010] Gilbert, N. (2010): Future funding for agricultural research uncertain. www.nature.com/news; aufgerufen am 06.04.2010.
- [Godfray et al. 2010] Godfray, H. C. J.; Beddington, J. R.; Crute, I. R.; Haddad, L.; Lawrence, D.; Muir, J. F.; Pretty, J.; Robinson, S.; Thomas, S. M.; Toulmin, C. (2010): Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science* Vol. 327, 12.2.2010, S. 812 – 818.
- [Görlach et al. 2009] Görlach, B.; Meyer-Ohlendorf, N.; Kohlhaas, M. (2009): Nachhaltig aus der Krise – Analyse möglicher Beiträge einer ökologischen Finanzreform. Erstellt im Auftrag des Rates für Nachhaltige Entwicklung. Berlin, 28. September 2008, http://www.nachhaltigkeitsrat.de/uploads/media/Broschuere_Nachhaltig_aus_der_Krise_texte_Nr_28_September_2009.pdf (aufgerufen am 06.09.2010).
- [Grießhammer 2008] Grießhammer, R. (2008): Carbon Footprint – Fußabdrücke für ein besseres Klima?
- [GTAI 2010] Germany Trade and Invest (2010): <http://www.gtai.de/DE/Content/SharedDocs/Links-Einzeldokumente-Datenbanken/fachdokument.html?fiIdent=MKT201009108004> (aufgerufen am 03.01.2011).
- [Guardian 2009]: The Guardian (2009): Supermarket offers and food waste targeted in government's food strategy. 10. August 2009, <http://www.guardian.co.uk/environment/2009/aug/10/food-security-climate-change> (abgerufen am 17.11.2010).
- [Guardian 2010] The Guardian (2010): Green loans Q&A: how does Pay As You Save finance work? 2. März 2010, <http://www.guardian.co.uk/environment/2010/mar/02/pay-as-you-save-loans-decc-answers> (aufgerufen am 26.08.2010).
- [Günthner et al. 2010] Günthner, W.; ten Hompel M.; Chisu, R.; Nettsträter, A.; Roidl, M. (2010): Das Internet der Dinge in der Intralogistik. http://www.vdi-z.de/library/news/2010/03/146_53766.pdf (aufgerufen am 23.10.2010).

- [Gutberlet 2010] Gutberlet, K.-L. (2010): Bringing eco friendly appliances to the mass market! Vortragsmanuskript, www.bsh-group.de.
- [Hagelüken 2010] Hagelüken, C. (2010): Wir brauchen eine globale Recyclingwirtschaft. <http://www.wachstumimwandel.at/wp-content/uploads/Christian-Hagel%C3%BCken-Wir-brauchen-eine-globale-Recyclingwirtschaft.pdf> (aufgerufen am 19.10.2010).
- [Halada 2010] Halada, K. (2010): Resource Risk and Possibility of Recycling. <http://www.oecd.org/dataoecd/44/58/40677293.pdf> (aufgerufen am 18.10.2010).
- [Hanly-Forde et al. o. J.] Hanly-Forde, J.; Homsy, G.; Lieberknecht, K.; Stone, R.(o. J.): Transfer of Development Rights Programs. Using the Market for Compensation and Preservation. Cornell University. <http://government.cce.cornell.edu/doc/html/transfer%20of%20development%20rights%20programs.htm> (aufgerufen am 14.03.2011).
- [HDE 2010] Handelsverband Deutschland (2010): Versandhändler muss die Lieferkosten auch bei Widerruf tragen. <http://www.ebusiness-handel.de/pb/site/eco/node/992924/L.de/index.html> (aufgerufen am 14.10.2010).
- [Heydenreich 2010] Heydenreich, C. (2010): Alles im grünen Bereich in der IT-Industrie? Green IT muss mehr als Strom sparen. http://www.nachhaltigwirtschaften.net/scripts/basics/eco-world/wirtschaft/basics.prg?session=c325baa14cbc163d_937010&a_no=2812&r_index=4.1.6 (aufgerufen am 19.10.2010).
- [Hieronymi 2010] Hieronymi, K. (2010): Wie müssen Anforderungen formuliert sein, und welche Instrumente sind geeignet, um Hersteller bei einem nachhaltigen Produktdesign zu unterstützen? http://www.umweltbundesamt.de/produkte/dokumente/fachgespraeche/recycling/10-03-02_maress_ap14_hieronymi.pdf (aufgerufen am 21.10.2010).
- [Hildebrand 2007] Hildebrand, L. (2007): Die globale Güterkette der Aluminiumindustrie Weltmarktintegration als Entwicklungsstrategie? Diplomarbeit, Universität Hamburg – Institut für Geographie.
- [Hottenroth et al. 2008] Hottenroth, H.; Schäfer, W.; Schmidt, M. (2008): Herstellerverantwortung beim Recycling von Elektro- und Elektronikgeräten. In: Horizonte, Juli 2008, S.8 - 14.
- [HSG 2010] HSG – Universität St. Gallen (2010): Geplante Änderung des europäischen Energieeffizienz-Labels ist kontraproduktiv. Medienmitteilung Universität St.Gallen, 18. Februar 2010, <http://www.unisg.ch/~media/sitecore/content/Internet/AppConfig/Medienmitteilungen/2010/Februar/EnergiesparLabel-18Februar2010.ashx?fl=de> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [ICAO 2009] International Civil Aviation Organization (2009): Annual Report of the Council – 2009. (Doc 9921), http://www.icao.int/icaonet/dcs/9921/9921_en.pdf.
- [IEA 2009] International Energy Agency (2009): World Energy Outlook 2009.
- [IEA 2010] International Energy Agency (2010): Key World Energy Statistics 2010.
- [Independent 2009] Independent.ie (2009): Carbon tax will be effective, but selling it is the problem. 9. September 2009, <http://www.independent.ie/opinion/columnists/fionnan-sheahan/carbon-tax-will-be-effective-but-selling-it-is-the-problem-1881178.html> (aufgerufen am 16.08.2010).

- [Interface 2008] Interface im Auftrag des BFE – Bundesamt für Energie (Schweiz) (2008): Analyse Finanzieller Massnahmen im Energiebereich: Theoretische (sic!) Reflexion der Wirkungsweise und Auswertung Empirischer Studien. Bern 2008, http://www.interface-politikstudien.ch/downloads/deutsch/Be_Mitnahmeeffekte_Energie.pdf (aufgerufen am 31.08.2010).
- [ITRE 2009] ITRE – Ausschuss für Industrie Forschung und Energie des Europäischen Parlaments (2009): Stellungnahme des Ausschusses für Industrie, Forschung und Energie, für den Ausschuss für Umweltfragen, Volksgesundheit und Lebensmittelsicherheit zu dem Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von energieverbrauchsrelevanten Produkten (Neufassung), 22. Dezember 2009, <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?language=DE&reference=A6-0096/2009> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [IZM/ISI 2009] Fraunhofer IZM, ISI (2009): Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft. Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2009).
- [Jarby et.al. 2009] Jarby, C.; Pagh Nielsen, K.M.; Fjordbak, T. (2009): The Danish Curve Breaker Agreement. http://www.eceee.org/conference_proceedings/eceee/2009/Panel_4/4.111/Presentation/ (aufgerufen am 15.03.2011).
- [JFS 2010] JFS – Japan for Sustainability (2010): "Bus Trigger" System Boosts Pedestrian Traffic and Public Transport in City of Kanazawa. JFS Newsletter No.89 (Januar 2010), <http://www.japanfs.org/en/mailmagazine/newsletter/pages/029718.html#more> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [Jürgens 2010] Jürgens, I. (2010): BUND und IHK präsentieren Alternativ-Entwurf. Berliner Morgenpost, 07.09.2010.
- [KfW 2010]: KfW Bankengruppe (2010): Allgemeine Zulassungsbestimmungen für den Einsatz als Energieberater/in im Rahmen der Energieeffizienzberatung als eine Komponente des Sonderfonds Energieeffizienz in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). KfW Bankengruppe 2010.
- [Khalilian et al. 2010] Khalilian, S.; Froese, R.; Proelss, A.; Requate, T. (2010): Designed for failure: A critique of the Common Fisheries Policy of the European Union. Marine Policy, 21.04.2010.
- [KIT 2010] Karlsruher Institut für Technologie (2010): Produktion von Celitement® am Start. In: http://www.kit.edu/alte_strukturen/pi_2010_1515.php.
- [Koplow 1994] Koplow, D. (1994): Federal energy subsidies and recycling: A case study. In: Resource Recycling, November 1994, S. 26-32, <http://www.p2pays.org/ref/06/05940.pdf> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [Kosonen/Nicodème 2009] Kosonen, K.; Nicodème, G. (2009): The role of fiscal instruments in environmental policy. Brüssel, Juni 2009, http://ec.europa.eu/taxation_customs/resources/documents/taxation/taxation/gen_info/economic_analysis/tax_papers/taxation_paper_19.pdf.
- [Kristof/Hennicke 2008] Kristof, K.; Hennicke, P. (2008): Impulsprogramm Ressourceneffizienz: Innovationen und wirtschaftlicher Modernisierung eine Richtung geben: ein Vorschlag des Wuppertal Instituts. Ressourceneffizienz Papier 7.2, Wuppertal September 2008, in: <http://www.netzwerk->

- ressourceneffizienz.de/fileadmin/user_shares/downloads/Downloads_to_KNOW/MaRes_Policy_Paper_7_2_Kernstrategien.pdf (aufgerufen am 03.09.2010).
- [Kristof et al. 2008] Kristof, K.; Bierter, W.; Erdmann, L.; Fichter, K.; Geibler, J.; Wegener, G.; Windeisen, E. (2008): Erschließung nachhaltiger Märkte für das Bauen mit Holz. Abschluss-Broschüre. Holzwende 2020plus. Wuppertal Selbstverlag 2008.
- [Kumar 2010] Kumar, P. (2010): The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. Earthscan, London.
- [Lane 2006] Lane, B., (2006): Life Cycle Assessment of Vehicle Fuels and Technologies. Final Report London Borough of Camden 2006, S. 40; http://www.ecolane.co.uk/content/dcs/Camden_LCA_Report_FINAL_10_03_2006.pdf (aufgerufen am 09.11.2010).
- [Leitner et al. 2008] Leitner, A.; Wehrmeyer, W.; France, C. (2008): The Impact of Regulation and Policy on Eco-Innovation – the need for a new understanding. Centre for Environmental Strategy (CES); University of Surrey (2008).
- [Losch 2006] Losch, S. (2006): Freiraumschutz: ökonomische Instrumente und Maßnahmen. In: Baier, H.; Erdmann, F.; Holz, R.; Waterstraat, A. (Hrsg.): Freiraum und Naturschutz. S. 543-552.
- [Ludewig et al. 2010] Ludewig, D.; Meyer, B.; Schlegelmilch, K. (2010): Nachhaltig aus der Krise – Ökologische Finanzreform als Beitrag zur Gegenfinanzierung des Krisendefizits. Berlin, Heinrich-Böll-Stiftung.
- [Maaß et al. 2010] Maaß et al. (2010): Bestandsersatz als Variante der energetischen Sanierung. Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V.
- [MAF 2010] Ministry of Agriculture and Forestry (2010): Environmental Effects of the Reform Process in New Zealand. <http://www.maf.govt.nz/>; aufgerufen am 08.07.2010.
- [Matthies 2008] Matthies, E. (2008): Change – Veränderung nachhaltigkeitsrelevanter Routinen in Organisationen. Vortrag 27.11.2008, EnergieAgentur NRW Wuppertal.
- [MBDC 2011] MBDC (2011): Cradlo-to-Cradle-Design. <http://www.mbdc.com/> (aufgerufen am 14.03.2011).
- [McKinsey 2007] McKinsey & Company (2007): Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland. Berlin. Im Auftrag von BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz AG Gebäude.
- [Mensing et al. 2008] Mensinger, M.; Radlbeck, C.; Ndogmo, J.; Zschokke, R. (2008): Nachhaltiges bauen mit Stahl: Ökologie. TU München, Lehrstuhl für Metallbau.
- [Meyer 2009] Meyer, B. (2009): Ressourcenproduktivität und Klimaverträglichkeit – Instrumentenwahl und ihre Wechselwirkungen. In: „GWS - Discussion Paper“ 2009/2, <http://www.gws-os.com/discussionpapers/gws-paper09-2.pdf> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [Montgomery 2007] Montgomery, C. (2007): Why We Need Another Agricultural Revolution. In: <http://chronicle.com/article/Why-We-Need-Another/19750>.
- [Morgenstern/Pizer 2008] Morgenstern, R. D.; Pizer, W. A. (2008): The Effectiveness of Voluntary Programs. Rff.org – Resources for the Future; http://www.rff.org/Publications/WPC/Pages/03_03_08_Voluntary_Env.Programs_Morgenstern.aspx (aufgerufen am 09.11.2010).

- [Müller 2008] Müller, A. (2008): Steigerung der Ressourceneffizienz im Bauwesen durch die Entwicklung innovativer Technologien für die Herstellung hochwertiger Aufbaukörnungen aus sekundären Rohstoffen auf der Basis von heterogenen Bau- und Abbruchabfällen – Projektskizze im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme. Bauhaus-Universität Weimar.
- [Napolitano et al. 2007] Napolitano, S.; Schreifels, J.; Stevens, G.; Witt, M.; LaCount, M.; Forte, R.; Smith, K. (2007): The U.S. Acid Rain Program: Key Insights from the Design, Operation, and Assessment of a Cap-and-Trade Program. In: The Electricity Journal, Aug./Sept. 2007, Vol. 20, Issue 7, http://www.epa.gov/airmarket/resource/docs/US%20Acid%20Rain%20Program_Elec%20Journal%20Aug%202007.pdf (aufgerufen am 31.08.2010).
- [New Scientist 2010] New Scientist (2010): US food waste worth more than offshore drilling. 30. Juli 2010, <http://www.newscientist.com/article/mg20727712.700-us-food-waste-worth-more-than-offshore-drilling.html> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [NISP 2009] National Industrial Symbiosis Programme (NISP) NISP – The Pathway To A Low Carbon Sustainable Economy – Executive Summary. http://www.nisp.org.uk/Publications/Pathway_Executive_Summary.pdf (aufgerufen am 22.10.2010).
- [NRW 2004] Parlamentarischer Beratungs- und Gutachterdienst des Landtags NRW (2004): Rechtliche Gestaltung der Abwassergebühren. 17. Dezember 2004, http://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/GB_I/1.5/PBGD/Archiv_Veroeffentlichungen_der_13.WP/Wasser-_und_Abwasserrecht/Abwassergebuehren_-_Rechtliche_Gestaltung,_Dez_2004.pdf (aufgerufen am 16.08.2010).
- [NRW 2009] NRW (2009): Marktanalyse: IKT-Anwendungsbereiche in Nordrhein-Westfalen. In: http://www.nrwinvest.com/nrwinvest_deutsch/Publikationen/Broschuere_Marktanalyse_IKT.pdf (aufgerufen am 22.10.2010).
- [OECD 2006] Organisation for Economic Co-operation and Development (2006): The Political Economy of Environmentally Related Taxes. OECD Publishing.
- [OECD 2009] Organisation for Economic Co-Operation and Development (2009): Incentives for CO2 emission reductions in current motor vehicle taxes. 3. September 2009, <http://www.internationaltransportforum.org/jtrc/RoundTables/feb10-18Braathen1.pdf> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [OECD 2010] Organization for Economic Cooperation and Development (2010): Measuring Support to Energy – Version 1.0: Background paper to the joint report by IEA, OPEC, OECD and World Bank on Analysis of the Scope of Energy Subsidies and Suggestions for the G-20 Initiative. Mai 2010, <http://www.oecd.org/dataoecd/62/63/45339216.pdf> (aufgerufen am 06.09.2010).
- [OECD 2010a] Organisation for Economic Co-Operation and Development (2010): Global warming: ending fuel subsidies could cut greenhouse gas emissions 10%, says OECD. http://www.oecd.org/document/30/0,3343,en_2649_33713_45411294_1_1_1_1,00.html (aufgerufen am 16.08.2010).
- [Oehme 2010] Oehme, I. (2010): Aspekte der Abfallvermeidung recyclinggerechten Konstruktion im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie. Umweltbundesamt 2. März, 2010,

- http://www.umweltbundesamt.de/produkte/dokumente/fachgespraeche/recycling/10-03-02_maress_ap14_oehme.pdf .
- [Öko-Institut 2006] Öko-Institut (2006): Fortentwicklung der Kreislaufwirtschaft zu einer nachhaltigen Stoffstrom- und Ressourcenpolitik. Darmstadt.
- [Öko-Institut 2009] Öko-Institut (2009): Steuern oder Sonderabgaben für Getränkeverpackungen und ihre Lenkungswirkung. Darmstadt, Berlin, 4. November 2009, <http://www.mehrweg.at/file/001139.pdf> (aufgerufen am 06.09.2010).
- [Öko-Institut 2010] Öko-Institut (2010): Ressourcenschutz per Gesetz? http://www.oeko.de/forschung_beratung/themen/recht_politik_und_governance/dok/1087.php, (aufgerufen am 04.02.2011).
- [OPTRES 2007] Assessment and optimization of renewable support schemes in the European electricity market (2007): Final Report. http://www.optres.fhg.de/OPTRES_FINAL_REPORT.pdf (aufgerufen am 3.02.2011).
- [Osnabrück 2010] Osnabrück (2010): Inbetriebnahme der fünfhundertsten Photovoltaikanlage in Osnabrück. <http://www.osnabrueck.de/69011.asp> (aufgerufen am 21.10.2010)
- [Ostrom 1990] Ostrom, E. (1990): Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge University Press, Cambridge.
- [PAN Europe 2005] Pesticides Action Network Europe (2005): Danish Pesticide Use Reduction Programme – to Benefit the Environment and the Health. London, Juni 2005, http://www.pan-europe.info/Resources/Reports/Danish_Pesticide_Use_Reduction_Programme.pdf (aufgerufen am 06.09.2010).
- [Patalong 2010] Patalong, F. (2010): Wie man Althandys zu Geld macht. <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/0,1518,690548,00.html> (aufgerufen am 21.10.2010).
- [Pause 2009] Pause, B. (2009): Energieeffizienz in der Werkzeugmaschinenentwicklung und im – Einsatz. http://www.umweltschutz-bw.de/PDF_Dateien/News/2009/06_Juni/Vortrag_Pause.pdf (aufgerufen am 22.10.2010).
- [People Daily 2010] People Daily (2010): Expert: Opportunity to carry out resource tax reform arrives. <http://english.people.com.cn/90001/90778/90862/6961125.html> (aufgerufen am 5.09.2010).
- [Photovoltaik 2008] Photovoltaik Magazin (2008): Spanien senkt Einspeisevergütung für Solarstrom drastisch ab. http://www.photovoltaik.eu/nachrichten/details/beitrag/spanien-senkt-einspeisevergtung-fr-solarstrom-drastisch-ab_100000008/ (aufgerufen am 3.01.2011).
- [Ploetz/Reuscher/Zweck 2009] Ploetz, C.; Reuscher, G.; Zweck, A. (2009): Mehr Wissen – weniger Ressourcen. Potentiale für eine ressourceneffiziente Wirtschaft. Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum GmbH, Düsseldorf .
- [Potočnik 2010] Potočnik, J. (2010): Resource efficiency as a driver for growth and jobs. Rede am 23. März 2010, Brüssel. <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=SPEECH/10/118>
- [Presse-Grosso 2009] Presse-Grosso (2009): Presse-Grosso in Zahlen 2009. <http://www.pressegrosso.de/> (aufgerufen am 12.10.2010).

- [recharge 2010] RechargeNews (2010): EPA lowers 2010 US cellulosic ethanol mandate by 94%.
<http://www.rechargenews.com/energy/biofuels/article205246.ece>
 (aufgerufen am 22.08.2010).
- [REDD 2010] REDD (2010): REDD-Monitor. <http://www.redd-monitor.org/category/countries/indonesia/> (aufgerufen am 23.10.2010).
- [Reder 2007] Reder, B. (2007): Gartner: Rechenzentren für 23 Prozent des CO₂-Ausstoßes von IT-Systemen verantwortlich.
<http://www.networkcomputing.de/gartner-rechenzentren-fuer-23-prozent-des-co2-ausstosses-von-it-systemen-verantwortlich/>, 31.03.2009.
- [Reuters 2007] Reuters (2007): Norway says cars neither "green" nor "clean". Alister Doyle, 6. September 2007,
<http://uk.reuters.com/article/idUKL0671323420070906> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [Reuters 2009] Reuters (2009): Ban gasoline cars from 2015: Norway Finance Minister. Alister Doyler, 26. April 2009,
<http://www.reuters.com/article/idUSTRE53Q0FI20090427> (aufgerufen am 16.08.2009).
- [Rieder/Walker 2009] Rieder, S.; Walker, D. (2009): Wirksamkeit von Instrumenten zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Förderung erneuerbarer Energien – Studie im Auftrag des Energie Trialog Schweiz und des Bundesamtes für Energie. Schlussbericht vom 16. März 2009,
http://www.energetrialog.ch/cm_data/Rieder_Wirksamkeit_Instrumente_2009.pdf (aufgerufen am 16.08.2010).
- [Rockström et al. 2009] Rockström, J.; Steffen, W. et al. (2009): A safe operating space for humanity. *Nature* 461(7263): 472-475.
- [Rogall 2008] Rogall, H. (2008): Ökologische Ökonomie – eine Einführung. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage, 2008.
- [Roßnagel 2009] Roßnagel, A. (2009): Produktverantwortung nach dem Elektroggesetz? In: Müll und Abfall, Ausgabe 08/2009, 392-396.
- [Rugoor et al. 2001] Rougoor, C. W.; Van Zeijts, H.; Hofreither, M. F.; Bäckman, S. (2001): Experiences with Fertilizer Taxes in Europe. *Journal of Environmental Planning and Management*. Volume 44, Issue 6, pp 877 – 887.
- [Sander et al. 2010] Sander, K.; Schilling, S. (2010): Optimierung der Steuerung und Kontrolle grenzüberschreitender Stoffströme bei Elektroaltgeräten / Elektroschrott. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, UBA-FB 001331.
- [Schäfer 2007] Schäfer, A. (2007): Long-Term Trends in Global Passenger Mobility. In *Frontiers of engineering: reports on leading-edge engineering from the 2006 symposium*, Band 2006, National Academies Press, 2007.
- [Schlegel 2009] Schlegel, M. (2009): Empfehlungen zu Schweizer Politikinstrumenten in Abhängigkeit von Reboundeffekten. Rebound Research Report Nr. 4. ETH Zurich,
http://www.uns.ethz.ch/res/irl/emdm/ETH_RRR04_Rebound_Politikmassnahmen_EMDM1601.pdf (aufgerufen am 10.10.2010).
- [Schneider 2009] Schneider, F. (2009): Lebensmittel im Abfall – mehr als eine technische Herausforderung. *Ländlicher Raum*, Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien 2009
- [Schütz 2008] Schütz, H. P. (2008): Gabriel macht sich auf den richtigen Weg. www.stern.de, 26.08.2008, aufgerufen am 09.07.2010.

- [Science 2010] N.N. (2010): What it takes to make that meal. *Science* Vol. 327, 12.02.2010, 809.
- [Seifried et al. 2009] Seifried, D.; Richter, E.; Schüle R. (2009): Improving energy efficiency for low-income families. *ECEE Conference Proceedings Sommer 2009*,
http://www.eceec.org/conference_proceedings/eceec/2009/Panel_2/2.130/Paper/ (aufgerufen am 16.08.2010).
- [SERI 2010] Sustainable Europe Research Institute, Wien (2010):
<http://seri.at/de/about/> (aufgerufen am 21.3.2011)
- [SFI 2010] Sustainable Forestry Initiative (2010): SFI and FSC Certification in North America – A Summary Comparison.
<http://www.greendiamond.com/SFIVsFSC.pdf> (aufgerufen am 06.09.2010).
- [Slow Research 2010] Slow Research – Carlosfelipe Pardo.
<http://slowresearch.org/> (aufgerufen am 23.03.2011).
- [Siemens AG 2009] Siemens AG (2009): Sustainable Urban Infrastructure.
www.siemens.de/sustainablecities.
- [Soo-cheol Lee/Sung-in Na 2010] Soo-cheol Lee; Sung-in Na (2010): E-Waste Recycling Systems and Sound Circulative Economies in East Asia: A Comparative Analysis of Systems in Japan, South Korea, China and Taiwan. In: *Sustainability* 2, no. 6: 1632-1644.
- [SRU 2007] Sachverständigenrat für Umweltfragen (2007): Klimaschutz durch Biomasse – Sondergutachten. Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin.
- [SRU 2009] Sachverständigenrat für Umweltfragen (2009): Aktuelle Stellungnahme Nr. 14: Für eine zeitgemäße Gemeinsame Agrarpolitik (GAP). Berlin.
- [Stahlbauzentrum Schweiz 2010] Stahlbauzentrum Schweiz (2010): Öko-Bilanzen: Anpassung des Recycling-Anteils für Stahlprofile. www.szs.ch.
- [Stavins 1998] Stavins, R. N. (1998): What can we learn from the Grand Policy Experiment? Lessons from SO₂ Allowance Trading. In: *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 12, Issue 3, S. 69-88.
- [Stieß 2010] Stieß, I. (2010): Handlungsmotive und –barrieren für eine energetische Sanierung. Vortragsmanuskript.
- [Stifterverband 2010] Stifterverband (2010, Hrsg.): FuE-Datenreport 2010. Wissenschaftsstatistik GmbH im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft. Essen, 2010.
- [Stobbe 2010] Stobbe, L. (2010): Persönliche Kommunikation (11.11.2010).
- [Strickland/Parag 2011] Strickland, D; Parag, Y. (2011): Personal Carbon Trading: A Radical Policy Option for Reducing Emissions from the Domestic Sector. In: *Environment. Science and Policy for Sustainable Development*, 1-2 2011.
- [SUNAREA 2008] SUN AREA (2008): Broschüre zum Forschungsprojekt SUN AREA. http://www.al-hs-osnabrueck.de/uploads/media/Broschuere_SunArea.pdf (aufgerufen am 21.10.2010).
- [Sustenuto et al. 2010] Sustenuto; Catholic University of Leuven; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie (2010): Sustainable Materials Management for Europe, from efficiency to effectiveness. 31. März 2010, http://www.euractiv.com/sites/all/euractiv/files/SMMfor%20EuropeStudy_0.pdf (aufgerufen am 16.08.2010).
- [T&E 2008] Transport & Environment (2008): Reducing CO₂ Emissions from New Cars: A Study of Major Car Manufacturers' Progress in 2008.

- http://www.transportenvironment.org/Publications/prep_hand_out/lid:549
(aufgerufen am 13.10.2010).
- [Tesco 2010] o. A. (2010): Carbon footprints and labeling.
http://www.tesco.com/greenerliving/greener_tesco/faqs/qa_carbon_footprint_and_labelling.page, (aufgerufen am 23.07.2010).
- [TravelSmart 2010] TravelSmart (2010): TravelSmart – A better way to go.
<http://www.travelsmart.gov.au/> (aufgerufen am 15.10.2010).
- [UBA 2008] Umweltbundesamt (2008): Grenzsteuerausgleich für Mehrkosten infolge nationaler/europäischer Umweltschutzinstrumente – Gestaltungsmöglichkeiten und WTO-rechtliche Zulässigkeit.
- [UBA 2009] Umweltbundesamt (Hrsg.) (2009): Daten zum Verkehr – Ausgabe 2009.
- [UBA 2010] Umweltbundesamt (2010): Umweltschädliche Subventionen in Deutschland. Dessau-Roßlau,
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3780.pdf> (aufgerufen am 31.08.2010).
- [UBA 2010a] Umweltbundesamt (2010): Daten zur Umwelt.
<http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2823> (aufgerufen am 21.03.2011).
- [Uherek 2007] Uherek, E. (2007): Flugverkehr heute und morgen.
http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1_Dynamik_Flugverkehr/_Flugverkehr_1nb.html (aufgerufen am 10.09.2010).
- [UKERC 2007] UK Energy Research Centre (2007): The Rebound Effect: an assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency. October 2007,
<http://www.ukerc.ac.uk/Downloads/PDF/07/0710ReboundEffect/0710ReboundEffectReport.pdf> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [UNEP 2009] United Nations Environmental Programme (2009): The Environmental Food Crisis. Nairobi, Kenia,
http://www.unep.org/pdf/FoodCrisis_lores.pdf (aufgerufen am 6. Oktober 2010).
- [UNEP 2010] United Nations Environmental Programme (2009): Latin American and Caribbean Environmental Outlook – GEO Lac 3.
<http://www.pnuma.org/geo/geoalc3/ing/index.php> (aufgerufen am 17.10.2010).
- [UNEP 2010a] United Nations Environmental Programme (2010): Green Economy Report. www.unep.org/greeneconomy, aufgerufen am 08.07.2010.
- [UNEP 2010b] United Nations Environmental Programme GRID-Arendal (2010): Who gets the trash?. <http://maps.grida.no/go/graphic/who-gets-the-trash> (aufgerufen am 18.10.2010).
- [Uni Mannheim 2010] Uni Mannheim (2010): Strategien zum Energiesparen in Rechenzentren: Neues EU-Projekt an der Universität Mannheim. <http://idw-online.de/pages/de/news387172> (aufgerufen am 21.10.2010).
- [van de Sand et al. 2007] van de Sand, I.; Acosta-Fernández, J.; Bringezu, S. (2007): Abschätzung von Potenzialen zur Verringerung des Ressourcenverbrauchs im Automobilsektor. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (2007).
- [Van Ermen 2008] Van Ermen, R. (2008): Finance & Eco-Innovation – A Key Dimension of Green leadership for Europe. European Business Summit – February 21 - 22/08.

- <http://www.raymondvanermen.org/english/articles/eu/EBS180208.pdf>
(aufgerufen am 31.08.2010).
- [VCI 2011] Verband der chemischen Industrie (2011):
<http://www.vci.de/default2~rub~984~tma~0~cmd~shd~docnr~125656~nd~ond~rstr.htm> (aufgerufen am 02.03.2011).
- [VDE 2007] Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik (2007): VDE sieht Marktchancen durch hohe Energieeffizienz-Standards. 16. April 2007,
<http://www.vde.de/de/Verband/Pressecenter/Pressemeldungen/Fach-und-Wirtschaftspresse/Seiten/2007-25.aspx> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [VDI 2010] Verein Deutscher Ingenieure (2010, Hrsg.): VDI 1000 VDI-Richtlinienarbeit. Grundsätze und Anleitungen. Beuth Verlag, Berlin.
- [VDI 2010a] Verein Deutscher Ingenieure (2010): Klimaschutz und Energiepolitik: Handlungsempfehlungen für den Gebäudebereich. Düsseldorf 2010.
- [VDI 2011] VDI (2011): VDI Richtlinien zur Ressourceneffizienz-Analyse. Düsseldorf, 24.01.2011, <http://www.vdi.de/>.
- [VDI nachrichten 5.11.2010] VDI nachrichten (2010): Autos lehren Fahrern das Sparen. 5.11.2010, http://www.vdi-nachrichten.com/vdi-nachrichten/aktuelle_ausgabe/akt_ausg_detail.asp?cat=2&id=50339&source=rubrik (aufgerufen am 10.11.2010).
- [VDI nachrichten 12.11.2010] VDI nachrichten (2010): Ökostrom derzeit besser als sein Ruf. 12.11.2010, http://www.vdi-nachrichten.com/vdi-nachrichten/aktuelle_ausgabe/akt_ausg_detail.asp?cat=1&id=50379 (aufgerufen am 10.12.2010).
- [VfW 2010] Verband für Wärmelieferung e.V. (2010): Stellungnahme zum Energiekonzept der Bundesregierung. 11.10.2010, www.energiecontracting.de.
- [VZBV 2010] Verbraucherzentrale Bundesverband (2010): Forderungspapier des Verbraucherzentrale Bundesverbandes – zu Werbung mit Umweltargumenten in der Autoindustrie. April 2010, http://www.vzbv.de/mediapics/werbung_umweltargumente_forderungen_2010.pdf (aufgerufen am 16.08.2010).
- [Wallbaum/Kummer 2005] Wallbaum, H.; Kummer, N. (2005): Entwicklung einer Hot Spot-Analyse zur Identifizierung der Ressourcenintensitäten in Produktketten und ihre exemplarische Anwendung. Studie im Rahmen des BMBF-Projektes „Steigerung der Ressourceneffizienz als mögliche Kernstrategie einer nachhaltigen Entwicklung“. triple innova GmbH, Wuppertal.
- [Walls/McConnell 2007] Walls, M.; McConnell, V. (2007): Transfer of Development Rights in U.S. Communities evaluating program design, implementation, and outcomes. September 2007, http://www.rff.org/RFF/Documents/Walls_McConnell_Sep_07_TDR_Report.pdf (aufgerufen am 16.08.2010).
- [Wangelin 2010] Wangelin, M. (2010): Lebenszyklusweite Materialintensitäten von einem Einfamilienhaus. Nicht veröffentlichte Studie; liegt den Autoren vor.
- [WBCSD 2004] World Business Council for Sustainable Development (2004): Mobility 2030: Meeting the Challenges to Sustainability. <http://www.wbcsd.org/web/mobilitypubs.htm> (2004).

- [WBCSD 2007] World Business Council on Sustainable Development (2007): Energy Efficiency in Buildings. Business Realities and Opportunities.
- [WBCSD 2009] World Business Council for Sustainable Development (2009): Greening the Chain – We are all Farmers now. www.wbcsd.ch; (aufgerufen am 19.07.2010).
- [WEC 2010] World Energy Council (2010): http://www.worldenergy.org/publications/energy_efficiency_policies_around_the_world_review_and_evaluation/4_conclusions_and_recommendations/1199.asp.
- [Weiß/Vogelpohl 2010] Weiß, J.; Vogelpohl, T. (2010): Politische Instrumente zur Erhöhung der energetischen Sanierungsquote bei Eigenheimen. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin.
- [WiWo 2010] Wirtschaftswoche (2010): Längere Laufzeiten allein reichen nicht. <http://www.wiwo.de/politik-weltwirtschaft/laengere-laufzeiten-allein-reichen-nicht-433333/3/> (aufgerufen am 20.10.2010).
- [WiWo 2010a] Wirtschaftswoche (2010): Der Abgas-Handel. Nr. 35, 30.8.2010, S.84ff (2010).
- [WKO 2008] Wirtschaftskammer Österreich (2008): Prof. Dr. Michael Braungart bei „Wirtschaft weiter denken“ in Urstein“. http://portal.wko.at/wk/format_detail.wk?AngID=1&StID=434475&DstID=0&titel=Cradle,to,Cradle,-,ein,neuer,Weg,,die,Dinge,zu,produzieren (aufgerufen am 16.08.2010).
- [WEC 2008] World Energy Council (2008): Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation. http://www.worldenergy.org/documents/energyefficiency_final_online.pdf (aufgerufen am 16.08.2010).
- [World Resources Institute 2009] World Resources Institute (2009): in: The Washington Post (2010): Eco-friendly labeling, 03.05.2010, <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/graphic/2010/05/03/GR2010050301056.html?sid=ST2010050301057> (aufgerufen am 04.03.2011).
- [Worldwatch 2010] Worldwatch Institute (2010): State of the World 2010: From Madison Avenue to Mad Max? <http://blogs.worldwatch.org/transformingcultures/wp-content/uploads/2010/01/SOW10-PR-FINAL.pdf>.
- [WRI/Big Room 2010] World Resources Institute, Big Room (2010): Global Ecolabel Monitor – Towards Transparency. http://pdf.wri.org/2010_global_ecolabel_monitor.pdf (aufgerufen am 16.08.2010).
- [Wright 2009] Wright, J. (2009): Sustainable Agriculture and Food Security in an Era of Oil Scarcity. Lessons from Cuba. London: Earthscan.
- [WtERT 2010] Waste to Energy Research and Technology Council (2010): Sweden and Norway in harsh competition for the incineration of waste. 14. Mai 2010, <http://wtert.ask-eu.de/Default.asp?Menu=18&NewsPPV=7881> (aufgerufen am 16.08.2010).
- [Wyman 2009] Wyman, O. (2009): Elektromobilität 2025. http://www.oliverwyman.com/de/pdf-files/PM_E-Mobility_2025.pdf.
- [ZDB 2010] Zentralverband des Deutschen Baugewerbes (2010): Bauwirtschaftlicher Bericht 2009 / 2010. Berlin 2010.

-
- [ZDH 2010] Zentralverband des Deutschen Handwerks (2010): Vereinfachungs- und Verbesserungsvorschläge in den KfW Förderprogrammen zur energetischen Gebäudesanierung. ZDH, Berlin.
- [Zerle 2004] Zerle, P. (2004): Ökologische Effektivität und ökonomische Effizienz von umweltbezogenen Selbstverpflichtungen. Augsburg, <http://www.wiwi.uni-augsburg.de/vwl/institut/paper/262.pdf> (aufgerufen am 17.11.2010).
- [ZIA 2010] Zentraler Immobilienausschuss (2010): ZIA schlägt Gleichstellung von Sanierung und Bestandsersatz vor. Pressemitteilung vom 04.03.2010; www.zia-deutschland.de.

Zukünftige Technologien Consulting

ist eine Beratungseinheit der VDI Technologiezentrum GmbH mit Sitz in Düsseldorf.

Zukünftige Technologien Consulting (ZTC) verbindet technologisches, zukunftsorientiertes und sozioökonomisches Know-how mit langjähriger Erfahrung in der Beratung von Entscheidungsträgern aus politischer Administration, Industrie, Finanzwelt sowie Verbänden, Vereinen und Organisationen.



Das interdisziplinär ausgerichtete Team von ZTC deckt dabei ein breites Themen- und Methodenspektrum ab. Mit Unterstützung eigener Softwareinstrumente werden kundenspezifisch strategische Themen identifiziert, neue Technologien und Trends bewertet, Ideen entwickelt sowie praxisnahe Lösungen umgesetzt.

Produkte

- Newsmonitoring
- Innovationscreening und Innovationsmonitoring
- Studien und Analysen
- Szenarien und Prospektionen
- Prozessberatung

Weitere Informationen erhalten Sie unter www.zt-consulting.de



Zukünftige Technologien Consulting
VDI Technologiezentrum GmbH
Airport City
Postfach 10 11 39
40002 Düsseldorf

Telefon: + 49 (0) 211 62 14 - 5 36
Telefax: + 49 (0) 211 62 14 - 1 39
E-Mail: ztc@vdi.de
www.zf-consulting.de