

Rebound und Co – das Problem mit der Technikorientierung bei Energieeffizienzmaßnahmen

Abstract

Die Steigerung der Energieeffizienz ist neben dem Umstieg auf erneuerbare Energien das mit Nachdruck verfolgte strategische Element auf dem Weg zu einem ressourcensparenden und weniger umweltbelastenden Energiesystem. Ob Gebäudedämmung, Wärmepumpe oder Elektromobilität, viele Branchen und Berufsverbände nutzen das positive Image energieeffizienter Technologien und Maßnahmen und definieren sich und ihre Produkte und Dienstleistungen ebenfalls als nachhaltig, grün und zukunftsweisend. Ebenso werden auch in der gewerblich-technischen Berufsbildung Maßnahmen zur Effizienzsteigerung grundsätzlich positiv wahrgenommen und als nachhaltig etikettiert.

Demgegenüber werfen einzelne Forscher und Experten immer wieder kritische Fragen auf, nach Wechselwirkungen, unbeabsichtigten Folgen, dem tatsächlichen Nutzen technischer Lösungsansätze und letztlich auch der Glaubwürdigkeit technikzentrierter Ausformungen von Umweltschutz, Klimaschutz und Nachhaltigkeit. Am Beispiel aktueller Erkenntnisse und Diskussionen rund um Rebound-Effekte im Bereich der Energieeffizienz soll gezeigt werden, wie gering der Nutzen technischer Lösungen real sein kann. Im Beitrag werden (Zwischen-)Ergebnisse der Fachdiskussionen vorgestellt und in einen Gesamtzusammenhang mit weiteren kritischen „Praxisphänomenen“, wie der geplanten Obsoleszenz (eingebauter Verschleiß), unerwünschten Folgewirkungen von Technologien und Theorie-Praxis-Diskrepanzen gestellt.

Im Ergebnis wird gezeigt, dass technische Lösungen für Energieeffizienz im Sinne der Nachhaltigkeit nicht suffizient sein können. Die gewerblich-technische Berufsbildung agiert in diesem wachsenden Feld eher unkritisch als Dienstleister zur Bereitstellung qualifizierter Humanressourcen. Der Autor rät vor diesem Hintergrund eine selbstkritische Bilanzierung des eigenen Tuns und der diesem zugrunde liegenden Glaubenssätze vorzunehmen, sowie die Entwicklung wirklich nachhaltiger Bildungsszenarien anzugehen.

1 Einführung

„Energieeffizienz ist die grundlegende Voraussetzung für eine erfolgreiche Energiewende. Der Umbau des Energiesystems und die Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energiebedarf können nur bei steigender Effizienz der Einzelsysteme gelingen“, so oder ähnlich lauten allgemein akzeptierte, beinahe in den Stand eines Axioms erhobene Aussagen zum Thema Energieeffizienz. Vor dem Hintergrund dieser Einschätzung setzte sich die Bundesregierung im Rahmen der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie zum Ziel, die gesamtwirtschaftliche Energieproduktivität bis 2020 gegenüber 1990 zu verdoppeln (BMWT 2009, 25f.). Die Steigerung der Energieeffizienz steht damit, neben der Substitution kohlenstoffreicher Energieträger bzw. der verstärkten Erschließung erneuerbarer Energieträger, ganz oben auf der Agenda der energie- und klimapolitischen Strategien.

Eine höhere Energieeffizienz gilt zudem gemeinhin als grundsätzlich wünschenswert, da sie mit der Senkung von Energiekosten auf individueller wie gesellschaftlicher Ebene bei zumindest gleichbleibendem Komfort assoziiert wird. Kritische, in einer breiteren Öffentlichkeit stattfindende Diskussionen, wie etwa um Biosprit vs. Lebensmittelproduktion oder die „Verspargelung“ der Landschaft durch Windkraftanlagen, finden beim Thema Energieeffizienz kaum statt. Zwar werden in fachwissenschaftlichen Diskussionen durchaus einzelne Technologien oder Materialien auf den Prüfstand gestellt, die Ausgestaltung und Wirkung von Förderprogrammen und vieles Anderes diskutiert, doch besteht überwiegend Einigkeit darin, dass die energetische Effizienz technischer Artefakte und Systeme gewissermaßen als Maß für deren ökologische Qualität gilt. Vereinfacht lautet die Argumentationsfigur demnach: Je höher der Wirkungsgrad eines technischen Artefaktes umso nachhaltiger ist ein Produkt.

Diese grundsätzlich positive Rezeption von Energieeffizienzbemühungen wird auch in der (gewerblich-technischen) Berufsbildung genutzt, etwa um eine große gesellschaftliche Bedeutung, Modernität und Zukunftsfähigkeit einzelner Berufe und Branchen zu hervorzuheben und mithin auch Bewerber höherer Schulabschlüsse für diese häufig eher unattraktiven Berufe und Arbeitsgebiete zu interessieren.

Und auch in der Berufsbildungsforschung wird die Kernthese „Energieeffizienz ist Nachhaltigkeit“ eher unreflektiert übernommen. Energieeffizienzprojekte der beruflichen Bildung wurden und werden demgemäß begrüßt und als „good practice“ der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) eingestuft (vgl. <http://bbne.bibb.de/de/>). Gegenüber Fördermittelegern wird diese Argumentationsfigur gerne auch zur Begründung dafür genutzt, warum es unbedingt erforderlich sei, die berufliche Bildung bei der Entwicklung neuer Effizienztechnologien frühzeitig zu involvieren: nur so könnten schließlich die erforderlichen neuen „Aus- und Weiterbildungstools“ entwickelt und der Innovation zu Erfolg verholfen werden (MÜLLER 2011). Und auch die These von der mit dem technischen Wandel einhergehenden Höherqualifizierung der Beschäftigten wird vor diesem Hintergrund gerne weiter getragen und zur Imageaufwertung verwendet (vgl. BÜCHTER 2000). Energieeffiziente Technologien sind demnach nicht allein ökologisch begrüßenswert, sie sorgen auch für eine (Image-) Aufwertung der davon betroffenen Handlungsfelder und Berufe.

2 Rebound-Effekte

Der Terminus „Rebound-Effekt“ geht zurück auf das Werk „The Coal Question“ des englischen Ökonomen und Philosophen William Stanley JEVONS (1865). Darin geht er der Frage nach, warum der Kohleverbrauch nach Einführung der dreimal effizienteren Wattschen Dampfmaschinen nicht, wie zu erwarten gewesen wäre, gesunken ist, sondern ganz im Gegenteil ein rasanter Anstieg zu verzeichnen war: „It is wholly a confusion of ideas to suppose that the economic use of fuel is equivalent to a diminished consumption. The very contrary is the truth“, so Jevons’ frappierende Schlußfolgerung.

Rebound (Zurückspringen, Rückprall) ist demnach ein Anteil der möglichen Einsparungen, der diese durch steigenden Konsum aufzehrt oder gar überkompensiert. Ausgehend von der

Betrachtung der erwünschten Wirkungsgröße von Einzeltechnologien, z.B. der Lichtausbeute von Beleuchtungsmitteln, kann der erforderliche Energieeinsatz von einzelnen Produkten bestimmt und verglichen werden. Der im technischen Vergleich geringere erforderliche Energieeinsatz bei effizienteren Technologien wird jedoch infolge verschiedener Rebound-Effekte in der Praxis häufig nicht erreicht.

Im Gegensatz zu der theoretischen, statischen Betrachtung auf der Ebene einzelner Technologien, sind sozio-technische Systeme dynamisch und unterliegen permanenter Veränderung – u.a. auch in Folge technischer Weiterentwicklungen, verbesserter Infrastrukturen, sozialer Normen etc. So wird etwa mit effizienteren Leuchtmitteln auch mehr, häufiger und heller beleuchtet, Autos mit effizienteren Antriebstechnologien werden größer, schwerer und über weitere Strecken bewegt, gut gedämmte Wohnungen werden stärker bzw. nachlässiger beheizt etc. Sehr häufig bedarf aber auch die Produktion effizienterer Technologien höherer Energie- und Ressourceninputs, neue Produktionsanlagen und Infrastrukturen müssen aufgebaut, neue Rahmenbedingungen entwickelt, erlassen, umgesetzt und kontrolliert werden. Rebound-Effekte bezeichnen also den gesteigerten Konsum von Ressourcen-Inputs, der Effizienzsteigerungen folgt und unmittelbar oder mittelbar von diesen verursacht oder durch diese ermöglicht wird¹ (vgl. DEUTSCHER BUNDESTAG 2013, 435; SANTARIUS 2012, 5). Damit umfasst der Rebound-Begriff *alle* energetischen Auswirkungen einer technischen Effizienzsteigerung in einem Wirtschaftsraum, nicht nur jene bezogen auf das jeweilige Produkt.

In der Literatur wird in aller Regel zwischen direktem und indirektem Rebound unterschieden. Direkter Rebound, in der englischsprachigen Literatur auch als Micro-Effects klassifiziert (vgl. UNEP 2011, 68), tritt unmittelbar bei der Nutzung auf und bezeichnet die intensivere oder Mehrnutzung eines Produktes infolge Effizienzsteigerung, also etwa das oben bereits angedeutete hellere und häufigere Beleuchten, zusätzlich gefahrene Kilometer oder ein weniger achtsamer Umgang beim Heizen mit effizienteren Heizungsanlagen. Die Bezeichnung Indirekter Rebound oder auch Macro-Effects (ebd.) umfassen eine ganze Reihe unterschiedlicher und deutlich schwerer zu fassender Folgeeffekte auf gesamtgesellschaftlicher oder auch nationaler resp. globaler Ebene. Wird beispielsweise infolge einer effizienteren Technologie eingespartes Geld für die Anschaffung zusätzlicher Produkte, eine zusätzliche Urlaubsreise u.a. ausgegeben, kann der Energieverbrauch insgesamt sogar weiter anwachsen.

Andere Autoren schlagen eine weitere Ausdifferenzierung bzw. Gruppierung der bislang identifizierten 13 verschiedenen Ausformungen vor. Ein Beispiel ist die Zusammenstellung in vier Kategorien (vgl. SANTARIUS 2012, 5f.):

- *Finanzielle Rebounds* bezeichnen demnach eine zunehmende Nachfrage infolge von Einkommensgewinnen durch sinkende Energiekosten (siehe weiter oben: die eingesparten Heizkosten werden für weiteren Konsum ausgegeben).

¹ Die Angabe erfolgt üblicherweise in Prozenten. Ein Rebound-Effekt von 12% bedeutet eine Reduzierung der erwarteten Einsparungen um 12%. D. h, 88% der erwarteten Einsparungen werden realisiert. Ein Rebound von 100% würde bedeuten, dass keine Einsparungen erfolgen.

- *Materielle Rebound-Effekte* beschreiben, wie zusätzliche materielle Ressourcen und Energiebedarfe entstehen, die für die Produktion und den Betrieb höher effizienter Technologien benötigt werden (z.B. hochreine und seltene Metalle wie Neodym zur Herstellung stärkster Magneten, Produktion, Installation und Entsorgung von Dämmstoffen). Aber auch Infrastrukturen müssen etwa infolge zunehmender Nutzung ggf. erweitert oder angepasst werden (z.B. Straßenbau, Verkehrsleitsysteme). Da materielle Rebound-Effekte sich jedoch nicht, oder nur zu einem geringen Teil, in einem veränderten Energiebedarf darstellen, wird das Thema im dritten Abschnitt noch einmal expliziert.
- *Psychologische Rebound-Effekte* erklären, wie und warum energieeffiziente Produkte die zu einem häufigeren und intensiveren Gebrauch führen können. So kommt eine Studie aus Japan zu dem Ergebnis, dass Käufer kraftstoffsparender Hybrid-Autos ein Jahr nach der Anschaffung durchschnittlich die 1,6-fache Strecke zurücklegen als zuvor.
- *Cross-factor-Effekte* sind sich kreuzende und überlagernde Rebound-Effekte, wie etwa eine insgesamt steigende Arbeits- und Kapitalproduktivität und Zeiteinsparung den Bedarf an Energie verstärkt, infolge zunehmender Mechanisierung und Automatisierung.

Steigt der Energiebedarf infolge einer energieeffizienten Innovation im Extrem sogar an, wie bei Jevons' initialem Beispiel Kohleverbrauch, spricht man von Backfire (vgl. SANTARIUS 2012; PEHNT 2010, 5f.). Ein weiteres Beispiel dafür ist die Entwicklung von etwa 25% effizienteren Glühbirnen mit Wolfram-Fäden um 1906, in deren Folge Licht zum Massengut werden konnte - und der Stromverbrauch für Beleuchtung massiv anstieg.

Neben Rebound-Effekten im Energiebereich finden sich entsprechende Phänomene auch in anderen Zusammenhängen. So wurde beispielsweise in der Verkehrswissenschaft ein relativ konstantes individuelles Zeitbudget für Mobilität festgestellt, was bedeutet, dass erhöhte Geschwindigkeiten zu größeren zurück gelegten Strecken führen, nicht aber zu eingesparter Zeit (*Zeit-Rebound*)² (vgl. HUPFER 2012). In der Verkehrs- und Arbeitssicherheit ist bekannt, dass bessere Sicherheitsstandards zu riskanterem Verhalten führen (*Sicherheits-Rebound*), sinkende Kosten von Computerspeichern haben zusätzliche Speicherbedarfe zur Folge (*Speicher-Rebound*) (vgl. PEHNT 2010, 6). Zu vermuten ist, dass solche Effekte noch in weiteren Bereichen zu entdecken sind. So kann etwa davon ausgegangen werden, dass erst die sinkenden Kosten infolge gestiegener höhere Effizienz der Flugverkehrssysteme, den rasanten Anstieg an Flugreisen in den letzten Jahrzehnten ermöglichten oder dass schnellere und kostengünstigere Internetverbindungen u.a. auch dazu führen, mehr Zeit „im Internet“ zu verbringen etc.

In gewisser Weise werden Rebound-Effekte auf einer anderen Ebene, nämlich bei der zunehmenden Arbeitsproduktivität, gerne in Kauf genommen und auch in der politischen Argumen-

² Obwohl wir mit Hilfe vielerlei Maschinen, Geräte und Dienstleistungen in nahezu allen Bereichen unseres Lebens versuchen Zeit zu sparen, will uns dies doch nicht wirklich gelingen. Zeit bleibt knapp.

tation berücksichtigt. Diese stieg etwa in Deutschland von 1970 bis 2010 um rund 150%, das Bruttoinlandsprodukt um mehr als 100%. Entgegen den Befürchtungen, dass dies zwangsläufig in die Massenarbeitslosigkeit führen müsse, zeigt die reale Entwicklung immer wieder aufs Neue, dass eine höhere Arbeitsproduktivität letztlich neue Arbeitsplätze schafft oder sichert³ (vgl. SANTARIUS 2012).

2.1 Wissenschaftliche Rezeption

Historisch betrachtet muss die Beforschung von Rebound-Effekten eher den Wirtschafts- als den Ingenieur- oder Technikwissenschaften zugeordnet werden. Für Ökonomen ist die Betrachtung von Zusammenhängen zwischen Effizienzsteigerungen und wirtschaftlicher Entwicklung ein Kernthema. Dementsprechend wurden die Kausalitäten zwischen Energie-Effizienzsteigerungen und zunehmender Nachfrage mit Jevons auch von einem Wirtschaftswissenschaftler entdeckt und werden etwa seit den 1980er Jahren angestoßen durch KHAZZOOM (1980) und BROOKES (1990) in diesen Disziplinen wieder erneut diskutiert.

Im Vergleich dazu ist die Wahrnehmung von Rebound-Effekten unter „Energie-Experten“, oder präziser in den Ingenieur- und Technikwissenschaften nur schwach ausgebildet. Dort wurden Rebounds noch bis vor kurzem überwiegend als zwangsläufig hinzunehmende, letztlich aber zu vernachlässigende Größen bewertet. Erst in den letzten Jahren finden sie zunehmend Eingang in wissenschaftliche und politische Diskussionen. So hat sich das Wissen darum seit Erscheinen eines Berichts des staatlichen britischen Energieforschungszentrums 2007 (SORREL 2007, vi), das mit dem schlichten Fazit endete, wenig zu wissen, deutlich erweitert.

Inzwischen wurden auch im deutschsprachigen Raum einige wissenschaftliche Untersuchungen und nationale und internationale Forschungsprojekte durchgeführt sowie mehrere Sachbücher bzw. Aufsätze veröffentlicht (vgl. POLIMENI et al. 2008; HERRING/ SORELL 2009; MAXWELL et al. 2011, PETERS et al. 2012). Nicht zuletzt wurde das Thema im Rahmen der Enquete-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität – Wege zu nachhaltigem Wirtschaften und gesellschaftlichem Fortschritt in der Sozialen Marktwirtschaft“ der Bundesregierung im Rahmen der Projektgruppe 3, ausführlich beleuchtet und im kürzlich erschienen Abschlussbericht in einem eigenen Abschnitt dargelegt (DEUTSCHER BUNDESTAG 2013, 435f.). Diese kommt zu dem Schluss:

„Es zeigt sich (...), dass Rebound-Effekte viel relevanter sind, als bisher in der Umweltdebatte angenommen, und sich teilweise sogar „Backfire“-Effekte beobachten lassen (vollständige Überkompensation des Effizienzgewinns durch Mehrverbrauch)“ (a.a.O., S. 436).

Dennoch führt das Thema mit Blick auf Forschungsprogramme und -strategien im deutschsprachigen Raum, verglichen mit den Investitionen in Technikentwicklung, ein Schattendasein. So wird der Begriff Rebound etwa im 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung einzig mit der vagen Aussage abgehandelt: „Es gilt, sinnvolle Anreize zu entwickeln,

³ Bei gleichzeitig zunehmendem Energie- und Ressourcenbedarf infolge der Automatisierung.

damit Effizienzgewinne die Verbraucher nicht zu mehr Energieverbrauch animieren (Rebound-Effekt), und die Wirkung von regulatorischen bzw. informatorischen Maßnahmen zu untersuchen“ (BMW 2011, 111). Ähnlich knapp und mit Hinweis auf die schwierige Quantifizierung, wird das Thema etwa im Bericht der Vereinten Nationen (UNEP 2011, 67f.) behandelt. Im Schweizer Energiebericht (ENERGIESCHWEIZ 2012) wird der Begriff noch nicht einmal erwähnt. Und auch Weizsäcker/Hargroves beziehen sich in ihrem Buch „Faktor 5“ lediglich auf das vereinfachte Verständnis direkter Rebound-Effekte (WEIZSÄCKER/HARGROVES 2010, 247).

Dementsprechend fließt auch der überwiegende Teil von Forschungsmitteln direkt oder indirekt in die Entwicklung von Produkten für die Industrie (OBER 2012, 57).

2.2 Empirische Befunde zu Rebound-Effekten

Schon die knappe Beschreibung von Rebound-Effekten weiter oben zeigt, dass in der Gesamtbetrachtung – neben technischen Kennzahlen auf der Ebene von Einzelprodukten – auf der gesellschaftlichen Ebene u.a. auch ökonomische und infrastrukturelle Aspekte zum Tragen kommen und auf der individuellen Ebene des Verhaltens insbesondere psychologische und soziale Faktoren zu berücksichtigen sind. Aktuelle Arbeiten zu Rebound-Effekten stellen wesentlich darauf ab, ein wissenschaftlich vertieftes Verständnis zu entwickeln, deren Erscheinungsformen und Ursachen zu differenzieren, quantifizieren, ein öffentliches Bewusstsein dafür zu fördern sowie das Thema in die Politikberatung einzubringen [wie etwa im Rahmen der weiter oben bereits erwähnten Enquete-Kommission (DEUTSCHER BUNDESTAG 2013)].

In den folgenden Abschnitten werden die Arbeitsstände um eine Quantifizierung und die Erforschung sozialer und psychologischer Aspekte beschrieben. Dabei werden beispielhaft Ergebnisse aus den Bereichen Wohnen und Mobilität vorgestellt, da hierzu auch die meisten empirischen Daten vorliegen.

2.2.1 Quantifizierung von Rebound-Effekten

Obwohl also Rebound-Effekte seit langem bekannt sind und wissenschaftlich wahrgenommen werden, bestehen nach wie vor große Unterschiede in deren Quantifizierung. Das gilt bereits für die relativ klar abzugrenzenden direkten Rebound-Effekte, zu denen auch die meisten Studien vorliegen. So kommen beispielsweise SORRELL (2007) und GREENING et al (2000) in der Auswertung diverser Studien auf wahrscheinliche 10% - 30% für Raumheizung (minimal 1,4%, maximal 60%), für den Bereich privater Mobilität liegen die meisten Studien ebenfalls bei 10% - 30% (minimal 1,4%, maximal 60%), für Gebäudeklimatisierung können 1% - 26% als wahrscheinlich gelten (minimal 0%, maximal 50%) (vgl. JENKINS et al. 2011). Die enormen Schwankungsbreiten in den Ergebnissen müssen sicherlich als Beleg für weitere Forschungsbemühungen gewertet werden.

In internationalen Vergleichsstudien wird deutlich, dass in sich wirtschaftlich dynamisch entwickelnden Schwellenländern direkte Rebound-Effekte mit 42% bis 80% deutlich stärker

sind, als in den USA oder Europa (IAEA 2010; SCHIPPER/ GRUBB 2000). Zu beachten ist bei diesen Daten, dass die Analyse direkter Rebound-Effekte innerhalb der jeweiligen Wirtschaftssektoren oder Produktsegmente verbleibt und damit nur einen Teil der weiter oben beschriebenen Phänomene erfasst.

Im Bereich des privaten Verkehrs in Deutschland berechneten FRONDEL et al (2008) einen durchschnittlichen Gesamtrebound für die Jahre 1997-2009 in einer Größenordnung von 57% bis 62%. HOLM und ENGLUND (2009) untersuchten in einer breit angelegten Studie die Entwicklung in den USA und sechs EU-Staaten zwischen 1970 und 1991. In dieser Zeit stieg die Energieeffizienz um rund 30% an, der Energiebedarf um 20%. D.h., dass im Mittel rund 66% der Effizienzsteigerung durch Rebounds kompensiert wurden.

SANTARIUS (2012, 4) kommt nach Auswertung von vier Metastudien zu dem Schluss, dass – auch aufgrund der sehr unsicheren Datenlage – insgesamt von mindestens 50% gesamtwirtschaftlichen Rebounds im langfristigen Mittel ausgegangen werden muss. Da hierbei sowohl ökonomische, als auch soziale und psychologische Faktoren zum Tragen kommen, sind zudem hohe Schwankungsbreiten der Werte zu berücksichtigen, etwa infolge der subjektiven Wahrnehmung der Energiepreis- oder Einkommensentwicklung.

Die tatsächliche Entwicklung des Primärenergieverbrauchs pro Einwohner in Deutschland ergibt zwischen 1990 und 2011 eine durchschnittliche jährliche Senkung um 0,58% (AGEB 2012). Dies scheint zu belegen, dass die Entwicklung immerhin in die richtige Richtung weist. Zu beachten ist dabei allerdings, dass der Zeitraum ab 1990 auch die Phase des Strukturwandels in Ostdeutschland beinhaltet. Starke Schwankungen zwischen 2007 und 2011 sind wesentlich durch die jüngsten Wirtschafts- bzw. Finanzkrisen bedingt und können mithin als Beleg für die enge Verknüpfung von ökonomischen Rahmenbedingungen und Energieverbrauch gewertet werden (vgl. AGEB 2010). Da die erfassten Daten auf Deutschland begrenzt sind, werden zudem Veränderungen von inhärenten Energieflüssen infolge zwischenstaatlicher Markt- und Produktionsverschiebungen nicht berücksichtigt. Die bisherigen Erfolge der Effizienzsteigerung fallen also tatsächlich eher gering aus, die skizzierten Zusammenhänge werden insgesamt durch die reale Entwicklung bestätigt.

2.2.2 *Psychologische und soziale Aspekte*

Mit den psychologischen und sozialen Aspekten des Themas befassen sich beispielsweise PETERS et al (2012). In ihrer Untersuchung verknüpfen sie verschiedene psychologische und soziologische Erklärungsansätze. Ihr resultierendes Modell umfasst eine Reihe unterschiedlicher Variablen, wie:

- *Die wahrgenommene Wirksamkeit des Verhaltens.* Sie beschreibt die subjektive Wahrnehmung einer Verhaltensweise als wirksame Maßnahme gegenüber einem Problem. Da die meisten Menschen kaum Kenntnisse über die Energiebedarfe einzelner Maschinen und Geräte haben, sind Fehleinschätzungen auf dieser Ebene vorprogrammiert.

- *Die Einstellung zum Verhalten* bezieht sich auf die wahrgenommenen Konsequenzen und deren Bewertung. Das Ausschalten einer energieeffizienten LED-Lampe darf gerne einmal übersehen werden.
- *Die persönliche Norm*, d.h. die innere, moralische Verpflichtung, ein bestimmtes Verhalten umzusetzen.
- *Die soziale Norm*, also die wahrgenommene Erwartung anderer, wichtiger Personen hinsichtlich eines bestimmten Verhaltens (a.a.O., 10).

Für die Fokusgruppen-Untersuchung, die wiederum in den Bereichen Wohnen und Mobilität angelegt ist, stellten sich Personen zur Verfügung, die Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen getätigt hatten (z.B. Wärmedämmung des Hauses, Kauf eines effizienten Neuwagens, z.B. mit Hybrid- oder Erdgasantrieb). Im Ergebnis finden sich die oben angedeuteten Erklärungsmuster wieder. Hier ohne weitere Kommentierung einige illustrative Beispiele aus den Fokusgruppen-Interviews:

„Ich denke, dass es vielleicht umgekehrt ist. Wenn man viel fliegt oder viel Auto fährt, dass man genau dann auf Energiesparlampen umsteigt, weil man denkt: Da verbrauche ich schon so viel Energie, dass ich da dann etwas einspare. Und nicht: Dass ich da etwas einspare und deswegen wieder etwas verbrauche“ (PETERS et al 2012; auch für nachfolgende Zitate).

„Man fährt ein bisschen unbeschwerter, macht sich nicht so viel Gedanken und macht vielleicht auch mal eine Fahrt, die man davor nicht gemacht hätte.“

„So haben wir jetzt nur bei den Nebenkosten 50 bis 100 Euro übrig. Da sage ich: Okay, wir haben uns was erspart. Jetzt können wir mal in einen Zwischenurlaub, den wir sonst nicht machen würden.“

„Durch ein Gasauto spart man irgendwo Kosten ein, kann die dann aber auch wieder im Komfort des Autos widerspiegeln lassen. Dass ich ein bisschen ein größeres Auto habe, dass ich eine bessere Ausstattung habe.“

„Ich rechne dann immer: Mein Auto habe ich eh. Also was kostet mich der Sprit, um dahin zu fahren? Je sparsamer das Auto ist, desto öfter gewinnt dann das Auto gegenüber der Bahn. Die Veränderung ist dann eher negativ in dem Sinne, dass man dann noch öfters sagt: Dann fahre ich doch lieber mit dem Auto.“

Daneben sind weitere Faktoren, wie beispielsweise Wissensdefizite, für ein bestimmtes Verhalten ausschlaggebend. So werden Energiesparlampen von einigen Teilnehmern konsequent nicht ausgeschaltet, da sie der Überzeugung sind, dass durch häufiges An- und Ausschalten der Stromverbrauch steige und die Lebensdauer verkürzt würde. Die Untersuchung belegt auch, dass selbst Menschen mit hohem technischem Fachwissen unsicher sind, wie mit neuer, effizienterer, aber eben auch komplexerer Technologie richtig umzugehen ist (ebd., 46):

„Ich meine die Einstellungen jetzt bei dieser Heizung [...]. Die sind teilweise unter einer Rubrik "Fachmann" und das sind irgendwelche Schlüsselzahlen, wo ich gar nicht weiß, was dahinter steckt, wenn mir das niemand sagt.“

Insbesondere aber lassen sich Unterschiede bei den verschiedenen Lebensstiltypen feststellen, sowohl hinsichtlich der Motive für die Energiesparinvestitionen, als auch bezogen auf das Nutzungsverhalten (ebd., 51ff.). Im Vergleich von verschiedenen Effizienzmaßnahmen wird zudem deutlich, dass eine leichte Wahrnehmbarkeit von Einsparungen (z.B. beim Autofahren) eine Mehrnachfrage im Sinne von Rebound-Effekten begünstigen kann. Im Falle von finanziellen Einsparungen scheinen die meisten Teilnehmer das zusätzliche Geld auch wieder auszugeben – häufig ohne zu wissen, wofür.

Dennoch bleibt selbst bei bewussten Menschen das Problem, dass die Wahrnehmung des (eigenen) Verhaltens nur in seltenen Fällen mit objektiven Daten übereinstimmt. So erklärt etwa der Begriff des *Moral-Licensing* einen verbreiteten, durch etliche empirische Studien belegten Effekt: Konsumenten „ethischer“ Produkte, wie Bio-Lebensmittel, Fair-Trade-Produkte etc. neigen dazu, an anderer Stelle „unethisch“ zu konsumieren und sich etwa eine zusätzliche Flugreise „zu genehmigen“ (vgl. SANTARIUS 2012, 12). Wie etwa die Verhaltensökonomik und Sozialpsychologie zeigen, wird das Verhalten wesentlich durch individuell oder sozial erprobte Denkmuster, mentale und reale Infrastrukturen sowie geltende Rahmenbedingungen bestimmt, die eher auf Zurückliegendes oder den Status Quo rekurrieren, als auf Veränderung.

Auf der anderen Seite gibt es zahlreiche Hinweise, dass solche Verhaltensrebounds im Gefolge von Energiesparinvestitionen unter bestimmten Umständen auch ausbleiben können. Wie die vorgestellte Untersuchung zeigt, finden Faktoren, wie etwa die der Anschaffung und Nutzung effizienter Technologien zugrunde liegenden Motive, die tatsächlichen bzw. wahrgenommenen Einsparungen, persönliche und soziale Normen, das Problembewusstsein und nicht zuletzt das Ausmaß der bereits erzielten Befriedigung relevanter Bedürfnisse im Einzelfall durchaus ihren Niederschlag (PETERS et al 2012, 51ff.).

3 Nebenfolgen, Praxismängel und geplante Obsoleszenz

Technikzentrierte Energieeffizienzmaßnahmen sind also aufgrund von Rebound-Effekten deutlich weniger wirksam, als angenommen. Im Folgenden soll anhand ausgewählter Beispiele gezeigt werden, dass Effizienztechnologien auch die Umwelt belasten, Bausubstanz zerstören und Kosten verursachen können. Unter dem Stichwort „Theorie- und Praxis-Diskrepanzen“ werden die unterschiedliche Bewertung bestehender gegenüber neuer, effizienterer Technologie sowie die fehlende Berücksichtigung von Mängeln dargestellt. Geplante Obsoleszenz schließlich zeigt, wie marktlogisch vernünftiges Verhalten, berufliches Handeln sowohl aus berufsethischer, als auch der Nachhaltigkeitsperspektive pervertieren kann.

Die Beispiele kommen wiederum aus den Bereichen Auto-Mobilität und Gebäudeeffizienz.

3.1 Nebenfolgen

Beispiel 1: Das erste Beispiel befasst sich mit dem Umstand, dass gerade bei hocheffizienten Lösungen der Bedarf an Ressourcen und Energie für Produktion, Installation, Instandhaltung und schließlich Entsorgung besonders hoch werden kann. Dabei geht es weniger um die absoluten Mengen sondern vielmehr um die Qualität der verarbeiteten Rohstoffe. Gerade der Bedarf an seltenen, hochreinen und dem gemäß in mehreren aufwändigen Verarbeitungsstufen gewonnenen Rohstoffen nimmt für die Herstellung effizienter Maschinen und Geräte zu. Wurden noch vor wenigen Jahrzehnten Autos inkl. Motoren, Getriebe, Steuerungstechnik etc. überwiegend aus einfachem Stahl und einigen Kabeln hergestellt, steigt der Anteil an Aluminium, Kupfer, Kunststoffen, Carbon, Verbundwerkstoffen, Metallen aus seltenen Erden etc. bei der Produktion etwa von Hybrid-Autos stark an (weiter oben wurde ja bereits Neodym als ein Beispiel angesprochen). Diese Metalle und zig andere Materialien kommen aus allen Erdteilen und werden mit teilweise hohen Belastungen für die Umwelt und auch für Menschen abgebaut und verarbeitet.

Ähnliches gilt auch für Elektroautos oder für die immer wieder zur Markteinführung angekündigten Brennstoffzellen-Autos. Auch hier ist der Bedarf an Metallen aus seltenen Erden für Speicher, Stacks, Elektromotoren und Peripheriemodule (auch „balance of plant“) hoch. Aktuelle Daten dazu liegen allerdings nicht vor oder sind nicht öffentlich zugänglich. Diese, auch als „materielle Rebounds“ bezeichneten zusätzlichen Lasten treten insbesondere bei „High-Tech-Lösungen“ auf. Die Beispiele zeigen, dass eine Reduktion in der Bewertung von Technologien, etwa auf den Energiebedarf pro Leistungseinheit, auch aus dieser Perspektive wenig hilfreich ist.

Beispiel 2: Die in Deutschland mit Abstand am weitesten verbreitete Technik für die Dämmung von Gebäuden basiert auf sog. Wärmedämmverbundsystemen (WDVS). Dabei werden die Außenhüllen von Gebäuden – aus Kostengründen in aller Regel mit Polystyrol – verpackt. Dazu werden mit diversen chemischen Zusatzstoffen angereicherte mineralische Kleber und Putze verwendet. Da die Außenflächen nach der Dämmung kälter sind und weniger schnell abtrocknen, als weniger gedämmte Flächen, neigen sie zu Algen- und Schimmelpilzbefall. Um diesem entgegen zu wirken, werden wiederum Farben mit Bioziden⁴ verwendet, die, wie Untersuchungen zeigen, je nach Regenbelastung nach rund 5 Jahren wieder erneuert werden müssen, da die Biozide ausgeschwemmt und in Böden und Gewässer abgeführt wurden. Wer also verhindern will, dass die Fassade seines Hauses nach wenigen Jahren hässlich aussieht, wird in regelmäßigen Abständen neue biozidhaltige Farben aufbringen müssen. Eine andere Alternative wäre, auf eine hydrophile statt hydrophobe⁵ Fassadendämmung mit mineralischen Putzen auszuweichen. Solche Systeme, bei denen auch kein Polystyrol zum Einsatz kommt, sind allerdings teurer, so dass die Dämmung mancher Gebäude unwirtschaftlich wäre.

⁴ Beispielsweise wird bei diesen Anstrichen Terbutryn verwendet, dessen Einsatz in der Landwirtschaft seit 1997 verboten ist (EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT 2002)

⁵ Hydrophobe Anstriche, Putze und Dämmmaterialien sind wasserabweisend und auf eine vollständige Abdichtung ausgerichtet, hydrophile dagegen sind in der Lage, Feuchtigkeit aufzunehmen und auch wieder abzugeben. Zur letzteren Gruppe zählen etwa Dämmstoffe aus Naturfasern, Kalk- oder Lehmputze.

Beispiel 3: Eine relativ breite öffentliche Wahrnehmung erlangten Diskussionen um Nutzen, Gefahren und möglicherweise zusätzlichen Belastungen durch Energiesparlampen gegenüber herkömmlichen Glühlampen. Diskutiert wurden und werden u.a. das darin enthaltene Quecksilber und der höhere Energiebedarf in der Produktion. Bei den teilweise hoch emotional geführten Diskussionen ging es nicht allein um die Frage, welche Belastungen und Risiken in Zusammenhang mit Effizienztechnologien in Kauf zu nehmen sind, sondern auch darum, wie Politik und Wirtschaft vor dem Hintergrund ökologischer Erfordernisse die Wahlfreiheit von Verbrauchern beschneiden.

3.2 Theorie- und Praxis-Diskrepanzen

Ein weiteres Problem besteht in der Differenz zwischen dem rechnerischen und dem tatsächlichen Energiebedarf eines Gebäudes. Weithin bekannt ist etwa, dass die Verbrauchsangaben der Hersteller von Autos von dem Verbrauch in der Nutzung abweichen. Weniger bekannt ist, dass dies in vielen Fällen auch für die Bewertung von Gebäuden nach den Regeln der Energieeinsparverordnung (EnEV) gilt. Hier zeigen Untersuchungen (vgl. OPTIMUS 2005, 219), dass ältere Gebäude rechnerisch deutlich schlechter abschneiden, als neue. Im Optimusprojekt wurde festgestellt, dass der tatsächliche Energiebedarf bei älteren Gebäuden real um bis zu 33% geringer ist als berechnet, wogegen bei neueren Gebäuden eher von einem höheren tatsächlichen Bedarf als dem Berechneten ausgegangen werden muss⁶. Demzufolge werden neue Gebäude nicht nur in Energieausweisen systematisch besser dargestellt, bei älteren Gebäuden erscheinen auch Maßnahmen zu Energieeinsparung wirtschaftlich und ökonomisch sinnvoll, die es real nicht sind (vgl. auch SCHÜLE et al, 2011).

Als weiteres Problem bekannt und in der gewerblich-technischen Berufsbildung ein Dauertema ist die insgesamt hohe Fehlerhäufigkeit in Planung, Ausführung, Instandhaltung und Reparaturen im Baubereich. So ist infolge von Planungs- und Ausführungsdefiziten von Gebäudedämmungen von einer signifikanten, wenn auch nicht näher bestimmten Zahl von Schadensfällen, angefangen von Schimmelproblemen infolge Mauerdurchfeuchtung, bis hin zu Rissen, Auswölbungen etc. auszugehen (vgl. INSTITUT FÜR BAUFORSCHUNG 2012). Neben Kosten, Rechtsverfahren etc. entstehen in der Folge auch hier wiederum weitere Ressourcen- und Energiebedarfe durch Rück- und Neubau, Entsorgung, Reparaturen etc. Unabhängig von Fehlern in der Umsetzung werden im Zuge von Energieeffizienzmaßnahmen bei Gebäuden die ursprünglich robusten und fehlertoleranten Bauten durch die erhöhte Komplexität, die Vielfalt der miteinander kombinierten Einzelmodule und (synthetischen) Materialien zunehmend anfällig für Störungen.

Verschiedene Studien weisen demgemäß darauf hin, dass bei Dämmmaßnahmen an Gebäuden ein signifikanter Teil der festgestellten Lücke zwischen den theoretisch möglichen und den tatsächlich erzielten Einsparungen nicht, wie lange vermutet, durch „falsches“ Nutzerver-

⁶ Zur Senkung des rechnerischen Bedarfs sind Gebäudeplaner, den Autobauern durchaus ähnlich, recht phantasievoll. So wurden etwa im Gebäude in dem auch das ITB ansässig ist, bei der Planung auf fest installierte Lampen in den Büros verzichtet. Die mobilen Stehlampen, die jetzt überall Platz wegnehmen, mussten in der Berechnung nicht berücksichtigt werden.

halten, sondern z.B. durch nicht optimale Installation und Baumaterialien sowie unrealistische Berechnungen des Reduktionspotenzials der Maßnahme (SANDERS/ PHILLIPSON 2006) entsteht.

3.3 Geplante Obsoleszenz

Unter geplanter Obsoleszenz (von lat. *obsolescere*, sich abnutzen, alt werden, an Wert verlieren) werden absichtlich „eingebaute“ Schwachstellen verstanden, die die Lebensdauer eines Produktes reduzieren. Bekannte Beispiele dafür sind Glühbirnen, deren Lebensdauer schon in den 1920er Jahren durch das Phoebus-Kartell der Hersteller auf ca. 1.000 h begrenzt wurde, Damenstrümpfe, die erst durch Beimischungen im Nylon anfällig für Laufmaschen wurden oder auch veränderte Heizelemente bei Waschmaschinen, deren Lebensdauer gegenüber früheren Ausführungen nun deutlich verkürzt ist. Zu diesen Strategien zählen auch das feste Verbauen von Akkus in Haushaltsgeräten (z.B. elektr. Zahnbürsten, Smartphones etc.) sowie das feste Verkleben von Gerätegehäusen, so dass Reparaturen gezielt verhindert werden u.ä.

Was ohne diese geplante Obsoleszenz geschehen kann, zeigt ein frühes Beispiel auf dem Automarkt: Seit dem Jahre 1905 beherrschte der robuste und leicht zu reparierende Ford T den US-amerikanischen Automarkt; über die Hälfte der amerikanischen Haushalte besaß im Jahre 1920 dieses Einheitsmodell. Aufgrund der robusten Eigenschaften des Autos benötigten dessen Besitzer jedoch zunächst für lange Zeit kein neues Auto. So hatte Ford mit dem „T-Modell“ zunächst hohe Gewinne erzielen können, doch wurde ihm das eigene Modell nun zum Verhängnis, da die Einnahmen stagnierten.

Geplante Obsoleszenz fördert also gezielt die Verschwendung von Ressourcen und Energie. Geplante Obsoleszenz ist eine legale Strategie zur Maximierung des wirtschaftlichen Erfolgs. Obwohl das Problem seit langem bekannt ist, sind bislang keine Regulierungen in Sicht, die geeignet wären, hier eine grundsätzliche Veränderung herbeizuführen.

Wie diese wenigen Beispiele zeigen, werden beim Versuch, Nutzen und Wirkung energieeffizienter Technologien umfassend zu bewerten, Grundfragen der Technikfolgenabschätzung berührt. Allerdings muss der Versuch, über einfache Nutzwertanalysen (vgl. z.B. HALL 2002, 57f.) zu objektiven Aussagen im Gesamtkontext gelangen zu können, scheitern. Die je von den Veränderungen berührten Ebenen und Kategorien können, selbst mit Hilfe weiterentwickelter Werkzeuge, wie dem ökologischen Fußabdruck oder Lebenszyklusanalysen, nicht wirklich gegeneinander aufgerechnet werden (z.B. eingesparte CO₂-Emissionen und Terbutryn im Grundwasser).

Ziel dieser kurzen Darstellung ist es, wirkmächtige Grundstrukturen, Wirkungsfaktoren, Denk- und Handlungsmuster aufzuzeigen, die den Bemühungen um eine höhere Energieproduktivität entgegenstehen können. Neben Defiziten und Fehlern auf der individuellen Ebene, kurzfristig betriebswirtschaftlichem Denken auf unternehmerischer Ebene kommen hier auch Lobbyismus und andere markt- und machtpolitische Interessen zum Vorschein.

4 Resümee

Implizites Ziel aller Bemühungen für eine nachhaltige Energieversorgung, ist die Entkopplung des Umweltverbrauchs sowie des (fossilen) Energiebedarfs vom ökonomischen Wachstum. Ansätze für einen solchen Wandel, von einer wachstumsorientierten Gesellschaft hin zu einer nachhaltigkeitsorientierten, werden im Rahmen der Suffizienzstrategie und auf der Systemebene unter dem Oberbegriff Transformation diskutiert.

Die zentrale „lesson learnt“ heißt: Die Effizienz einzelner technischer Systeme, ausgedrückt in Wirkungs- oder Nutzungsgraden, kann nicht der Maßstab sein. Vielmehr kommt es allein darauf an, wie viel (fossile) Energie verbraucht wird. Wer dies nicht erkennt, bleibt realitätsfremd (vgl. DEUTSCHER BUNDESTAG 2013, 436).

Auch wenn aufgrund der teilweise dürftigen Datenlage und den sehr unterschiedlichen vorliegenden Untersuchungsergebnissen, insbesondere bei der Quantifizierung von Rebound-Effekten, Zweifel in Details angebracht sein mögen, genügt zur Bestätigung der allgemeinen Zusammenhänge doch eigentlich ein Blick in die Technikgeschichte: Seit Menschengedenken werden immer effizientere Technologien entwickelt – doch nie ging deshalb der Energieverbrauch zurück, sondern wuchs, ganz im Gegenteil, mit zunehmender Technisierung schneller, als die Bevölkerungszahl zunahm.

Tatsächlich lassen sich eher Zusammenhänge zwischen frei verfügbarem Einkommen und den Kosten für Energie recht eindeutig nachweisen. So zeigen etwa MEYER-OHLENDORF und BLOBEL (2008), dass Geringverdiener die wahren Energiesparer sind: Sie haben kleinere Wohnungen, weniger Autos, fliegen seltener in den Urlaub, müssen sich bei Anschaffungen eher zurück halten als etwa DINKs⁷. Dieser einfache Zusammenhang erklärt auch, warum in wirtschaftlich stark prosperierenden Ländern mit zunehmenden Einkommen der Bevölkerung Rebound-Effekte signifikant höher sind, als bei moderatem Wachstum.

Die Effektivität der angestrebten Entkopplungsprozesse ist folglich eng mit den Treibern unseres wirtschaftlichen Systems verbunden. Marktwirtschaftliche Systeme neigen dabei offensichtlich zu einer „Hyperindustrialisierung“ (DEUTSCHER BUNDESTAG 2013, 437). Die dem Primat des wirtschaftlichen Wachstums und internationalen Wettbewerbs folgenden Rahmenbedingungen, nationalen Regelwerke, die Interessen einzelner Branchen, Unternehmen und Wirtschaftsbereiche konterkarieren tendenziell die Bemühungen um eine Entkopplung. Vor diesem Hintergrund ist etwa auch die Vergabepaxis von Fördermitteln, wie sie insbesondere im Gebäudebereich oder bei den technikzentrierten Innovationsprogrammen erfolgt, eher als Wirtschaftsförderung, denn als ökologische Maßnahme einzustufen (vgl. ebd.).

Das „Phänomen“ der geplanten Obsoleszenz schließlich zeigt darüber hinaus eindrücklich, wie rational ökonomisches Denken selbst berufliches Handeln pervertieren kann, indem das Ergebnis von Arbeit, Ressourcen- und Energieeinsatz bewusst verschlechtert wird. Kommen dabei noch monopolistische Strukturen zum Tragen, wie beim Beispiel „Glühbirnenkartell“, können selbst technische Entwicklungsalternativen global unterdrückt werden.

⁷ Das Akronym „DINK“ steht für Double Income No Kids und bezeichnet sog. Doppelkarrierepaare.

Auf der Ebene des individuellen und sozialen Verhaltens legt die sozialwissenschaftliche Perspektive einige weitere starke Faktoren frei, die den insgesamt geringen realisierten Gesamtnutzen bei Energieeffizienzmaßnahmen erklären. Dies sind Grundeinstellungen, Lebensstile, Motivationen, Wissen, persönliche Normen etc. Die Wirksamkeit von Energieeffizienzmaßnahmen ist auch mit der Fähigkeit zur Selbstreflexivität verknüpft. Mögliche Ansatzpunkte für eine erfolgreichere Gestaltung der angestrebten Veränderungsprozesse liegen demzufolge eher in den Sphären des Sozialen und Kulturellen – und mithin auf klassische Weise im Einflussbereich der Bildung.

Was also hilft? Jedenfalls kein blinder Aktionismus, kein Hyperaktivismus im Sinne eines Mehr-des-Selben. Eher brauchen wir Aufklärung, Tiefgehende Diskussionen. Und Ehrlichkeit beim Eingeständnis von Fehlern. Damit es nicht dazukommt, dass wir irgendwann glauben, dass es sowieso egal ist, was wir lehren. Die einfache und leider unangenehme Antwort lautet: viel, viel weniger.

4.1 Konsequenzen für die berufliche Bildung

Die Suche nach weiterführenden Lösungsansätzen ist wesentlich geprägt von wirtschaftlichen und politischen Interessen und verläuft zudem teilweise extrem ideologiebehaftet. So finden Debatten häufig eher über Werturteile statt, denn auf Basis überprüfbarer Fakten, Erkenntnissen und geteilten Zielvorstellungen. Hier prallen Welten und Weltanschauungen aufeinander, die bisweilen miteinander unvereinbar scheinen. Dies gilt auch für Akteure und Institutionen der (gewerblich-technischen) Berufsbildung, die ja systematisch eng an die Entwicklungen in Wirtschaft und Industrie sowie die daraus resultierenden Anforderungsprofile an die gewünschten „human resources“ gekoppelt sind. Dass es etwa vor dem Hintergrund der hier dargelegten Sachverhalte in so manchen Fällen sinnvoller wäre, einfach nichts zu tun, mag für manche Menschen revolutionär klingen: Auch berufliches ist politisch.

Diesem Spannungsfeld muss sich eine Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung zwangsläufig stellen, ohne dabei das realistisch Mögliche und Machbare aus den Augen zu verlieren. Idealerweise müsste sie eine über die engen Fachbezüge hinausreichende Reflexion des eigenen Tuns ebenso berücksichtigen, wie globale und nationale Aspekte, die Zukunftsdimension usw., ohne dabei den Bezug zur konkreten Berufsarbeit und Arbeits- und Geschäftsprozessen zu verlieren. Es soll *„sichergestellt werden, dass keine nachhaltigkeitsrelevanten Gesichtspunkte auf Dauer ausgeblendet werden“* (KASTRUP et al 2012, 123). Zugleich soll aber die *„Komplexität der Lernsituationen (...) zu bewältigen sein“* und *„an authentischen Arbeitssituationen“* angesetzt werden (a.a.O.). Ein Vorschlag sieht deshalb vor, nachhaltigkeitsrelevante Aspekte implizit im Rahmen der (gegebenen) Lernsituationen zu behandeln. Es soll also kein neues Konzept entwickelt werden, sondern eine Ergänzung der Curricula *„um die (...) spezifischen Merkmale der Nachhaltigkeitsidee“* stattfinden.

Auf inhaltlicher Ebene könnte das etwa bedeuten, neben den je bekannten konventionellen Lösungen, auch „radikalere“ Optionen zu bearbeiten und auch grundsätzlichere Fragen und Antworten zuzulassen. Konkret hieße das etwa bei Projekten und Lern- und Arbeitsaufgaben

auch Low-Tech-Lösungen und Materialalternativen zu berücksichtigen und Ideen, wie die des Teilens statt Besitzens, der Wiederverwendung, des Reparierens und der Umnutzung etc. zur Diskussion zu stellen und wo immer möglich auch zu erproben (vgl. dazu beispielsweise de HAAN et al. 2008).

Vor dem Hintergrund regelmäßig zu vernehmender Klagen über die zunehmende inhaltliche Überfrachtung der Ausbildungsinhalte, der konkreten Situation an den Lernorten sowie den Erfahrungen aus der Umweltbildung muss allerdings bezweifelt werden, ob dies in ausreichendem Maße gelingen kann. Zumindest wäre es aus Sicht des Autors erforderlich, die Diskurse um das Themenfeld zu verstetigen und systematisch in die curricularen und methodischen Debatten einzubinden, etwa im Rahmen eigener Arbeitsgruppen der betroffenen Bundes-Arbeits-Gemeinschaften (BAG). Vorrangiges Ziel sollte es sein, eine kontinuierliche, experimentierfreudige, mutige und Branchen und Disziplinen übergreifende Beforschung und Erprobung zu bewerkstelligen.

Literatur

AGEB (2010): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2009. AG Energiebilanzen e.V. Berlin. Online: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=118&archiv&preview=true> (16-06-2013).

AGEB (2012): Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland. Daten für die Jahre 1990-2011. AG Energiebilanzen e.V. Berlin. Online: www.ag-energiebilanzen.de (12-09-2012).

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (BMWT) (2009): Energie in Deutschland: Trends und Hintergründe zur Energieversorgung in Deutschland. Aktualisierte Ausgabe April 2009. Berlin.

BROOKES, L. (1990): The greenhouse effect: the fallacies in the energy efficient solution. In: Energy Policy, 18, H. 2, 199-201.

BÜCHTER, K. (2000): Technischer Fortschritt und Qualifikationsentwicklung - Von der Hartnäckigkeit technologischen Sachzwangdenkens. In: Gewerkschaftliche Bildungspolitik, Nr. 1-2, 8-12.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (BMWi) (2011): Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung: Das 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. Berlin. Online: <http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=427698.html> (06-06-2013).

DEUTSCHER BUNDESTAG (2013): Schlussbericht der Enquete-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität – Wege zu nachhaltigem Wirtschaften und gesellschaftlichem Fortschritt in der Sozialen Marktwirtschaft“. Schlussbericht. 17. Wahlperiode; Drucksache 17/13300 ; 03.05.2013. Online: <http://www.bundestag.de/bundestag/gremien/enquete/wachstum/Schlussbericht/17-13300.pdf> (18-06-2013).

ENERGIESCHWEIZ (2012): 11. Jahresbericht Energie- Schweiz. Programmleitung Energie-Schweiz, Bundesamt für Energie (BFE) (Hrsg.). Bern. Online: <http://www.energieschweiz.ch/jahresberichte> (26-06-2013).

EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT (2002): Verordnung (EG) Nr. 2076/2002 der Kommission vom 20. November 2002. Amtsblatt Nr. L 319 vom 23/11/2002 S. 0003 – 0011. Online: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002R2076:DE:HTML> (15.07.2013).

FRONDEL, M./ PETERS, J./ VANCE, C. (2008): Identifying the rebound: evidence from a German household panel. In: The Energy Journal, 29, H. 4, 154-163.

GREENING, L./ GREENE, D./ DIFIGLIO, C. (2000): Energy Efficiency and Consumption – The Rebound Effekt – A Survey. In: Energy Policy, 28, 389-401.

HAAN, G./ KAMP, G./ LERCH, A./ MARTIGNON, L./ MÜLLER-CHRIST, G./ NUTZINGER, H. G. (2008): Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit. Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen. Berlin, Heidelberg.

HALL, K. (2002): Ganzheitliche Technologiebewertung: Ein Modell zur Bewertung unterschiedlicher Produktionstechnologien. Online: <http://www.gbv.de/dms/hebidarmstadt/toc/106644971.pdf> (15-07-2013).

HERRING, H./ SORRELL, S. (Hrsg.) (2009): Energy Efficiency and Sustainable Consumption: The Rebound Effect. New York.

HOLM, S.-O.; ENGLUND, G. (2009): Increased eco-efficiency and gross rebound-effect: Evidence from USA and six European countries 1960-2002. In: Ecological Economics, 68, H. 3, 879-887.

HUPFER, C. (2012): Textbeitrag zum Film „Beschleunigte Welt“. 3sat, 19.7.2012. Online: <http://www.3sat.de/page/?source=/wissenschaftsdoku/sendungen/163723/index.html> (15-07-2013).

IAEA (2010): International Energy Agency. World Energy Outlook 2010. Paris.

INSTITUT FÜR BAUFORSCHUNG (2012): Bauqualität beim Neubau von Ein- und Zweifamilienhäusern. Abschlussbericht 2011/2012; IFB-11559 / 2011. Institut für Bauforschung e.V., Bauherren-Schutzbund e.V. Berlin. Online: http://www.bsb-ev.de/fileadmin/user_upload/Bauherren-Schutzbund/Aktuell/Studien/Abschlussbericht_IFB_Baubegleitende_Qualitaetskontrolle_22_06_2012.pdf (10-06-2013)

JEVONS, W. S. (1865): The Coal Question. London.

JENKINS, J./ NORDHAUS, T./ SHELLENBERGER, M. (2011): Energy Emergence: Rebound and Backfire as Emergent Phenomena. Oakland, C.A. The Breakthrough Institute. Online: http://thebreakthrough.org/blog/Energy_Emergence.pdf (22-06-2013).

KASTRUP, J./ KUHLMEIER, W./ REICHWEIN, W./ VOLLMER, T. (2012): Mitwirkung an der Energiewende lernen. Leitlinien für die didaktische Gestaltung der Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung. In: lernen & lehren, 27, H. 3, 117-124.

KHAZZOOM, D. J. (1980): Economic implications for mandated efficiency in standards for household appliances. In: The Energy Journal, 1, H. 4, 21-40.

MAXWELL, D./ OWEN, P./ MC ANDREW, L./ MUEHMEL, K./ NEUBAUER, A. (2011): Addressing the rebound effect, a report for the European Commission DG Environment. Online: http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/rebound_effect_report.pdf (21-08-2013).

MEYER-OHLENDORF, N./ BLOBEL, D. (2008): Untersuchung der Beiträge von Umweltpolitik sowie ökologischer Modernisierung zur Verbesserung der Lebensqualität in Deutschland und Weiterentwicklung des Konzeptes der Ökologischen Gerechtigkeit: Hauptstudie – Modul 1-3. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Umweltfragen. Online: http://www.ecologic.eu/download/projekte/1900-1949/1914/1914_Oekologische_Gerechtigkeit_28_11_08.pdf (16-07-2013).

MÜLLER, W. (2011): Innovationsmotor Berufsbildung – berufspädagogische Innovationsbegleitung am Beispiel der Brennstoffzellen-Heizgeräte. In: *bwp@ Spezial 5 – Hochschultage Berufliche Bildung 2011*, Fachtagung 08.1/2, hrsg. v. SCHWENGER, U./ HOWE, F./ VOLLMER, T./ HARTMANN, M./ REICHWEIN, W., 1-17. Online: http://www.bwpat.de/ht2011/ft08/mueller_ft08-ht2011.pdf (21-08-2013).

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

PETERS, A./ SONNBERGER, M./ DÜTSCHKE, E./ DEUSCHLE, J. (2012): Theoretical perspective on rebound effects from a social science point of view – Working Paper to prepare empirical psychological and sociological studies in the REBOUND project. Working Paper Sustainability and Innovation No. S 2/2012. Karlsruhe.

PEHNT, M. (2010): Energieeffizienz: Ein Lehr- und Handbuch. 1., korrigierter Nachdr. Berlin.

POLIMENI, J./ MAYUMI, K./ GIAMPIETRO, M./ ALCOTT, B. (2008): The Jevons Paradox and the Myth of Resource Efficiency Improvements. London.

SANDERS, C./ PHILLIPSON, M. (2006): Review of differences between measured and theoretical energy savings for insulation measures. Glasgow.

SANTARIUS, T. (2012): Green Growth Unravelling. How rebound effects baffle sustainability targets when the economy keeps growing. Heinrich Böll Foundation; Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. Berlin.

SCHIPPER, L./ GRUBB, M. J. (2000): On the rebound? Feedback between energy intensities and energy uses in IEA countries. Energy Policy, 28, H. 6-7, 367-388.

SCHÜLE, R./ IRREK, W./ NANNING, S./ RUDOLPH, F./ THOMAS, S./ SCHLOMANN, B./ EICHHAMMER, W. (2011): Entwicklung von Methoden zur Evaluierung von Energieeinsparung: Ermittlung des Energieeffizienzfortschritts in Deutschland gemäß der EU-Richt-

linie 2006/32/EG. Dessau-Roßlau. Online: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4076.pdf> (11-06-2013).

SORREL, S. (2007): The Rebound Effect: an assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency: A report produced by the Sussex Energy Group for the Technology and Policy Assessment function of the UK Energy Research Centre. Online: <http://www.ukerc.ac.uk/Downloads/PDF/07/0710ReboundEffect/0710ReboundEffectReport.pdf> (21-06-2013).

UNEP (2011): International Resource Panel, United Nations 2011. Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth: A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. Online: <http://www.gbv.de/dms/zbw/662044614.pdf> (15-06-2013).

WEIZSÄCKER, E. U. v./ HARGROVES, K./ SMITH, M. (2010): Faktor Fünf: Die Formel für nachhaltiges Wachstum. Online: <http://www.gbv.de/dms/zbw/600218007.pdf> (15-06-2013).

Zitieren dieses Beitrags

MÜLLER, W. (2013): Rebound und Co – das Problem mit der Technikorientierung bei Energieeffizienzmaßnahmen. In: *bwp@ Spezial 6 – Hochschultage Berufliche Bildung 2013*, Fachtagung 08, hrsg. v. SCHWENGER, U./ GEFFERT, R./ VOLLMER, T./ HARTMANN, M./ NEUSTOCK, U., 1-18.

Online: http://www.bwpat.de/ht2013/ft08/mueller_ft08-ht2013.pdf

Der Autor



WERNER MÜLLER

Institut Technik und Bildung
Universität Bremen

Am Fallturm 1, 28359 Bremen

E-mail: werner.mueller@uni-bremen.de

Homepage: www.itb.uni-bremen.de