

# **Ressourcenproduktivität und Klimaverträglichkeit**

Instrumentenwahl und  
ihre Wechselwirkungen

Prof. Dr. Bernd Meyer



**Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH**

Heinrichstr. 30

D - 49080 Osnabrück

Prof. Dr. Bernd Meyer ( Meyer @gws.os.de )

Tel.: +49 (541) 40933-14

Fax: +49 (541) 40933-11

Internet: [www.gws-os.de](http://www.gws-os.de)

Osnabrück, im Februar 2009

## INHALTSVERZEICHNIS

|   |            |
|---|------------|
| <b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>   | <b>III</b> |
| <b>1 EINLEITUNG.....</b>  | <b>1</b>   |
| <b>2 DER THEORETISCHE ANSATZ DER UMWELTPOLITIK.....</b>   | <b>2</b>   |
| <b>3 EIN VORSCHLAG FÜR EINE GLOBAL ABGESTIMMTE DUALE UMWELTPOLITIK...3</b>  |            |
| 3.1 DIE ZIELE.....  | 3          |
| 3.2 DIE INSTRUMENTE AUF DER INTERNATIONALEN EBENE: HANDELBARE<br>RESSOURCENVERBRAUCHS- UND TREIBHAUSGASEMISSIONSRECHTE.....               | 4          |
| 3.3 DIE INSTRUMENTE DER NATIONALEN UMWELTPOLITIK .....  | 5          |
| <b>4 ZUR ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS EINER POLITIK DER STEIGERUNG DER<br/>    RESSOURCENPRODUKTIVITÄT .....</b>                            | <b>8</b>   |
| 4.1 ZUR KONZENTRATION DES RESSOURCENVERBRAUCHS .....  | 8          |
| 4.2 DIE ÖKONOMISCHEN EFFEKTE DER DEMATERIALISIERUNG: DIE ABSCHÄTZUNG DER WIRKUNG<br>EINES INFORMATIONS- UND KOMMUNIKATIONSPROGRAMMS ..... | 11         |
| <b>5 SCHLUSSFOLGERUNGEN.....</b>  | <b>14</b>  |
| <b>LITERATUR .....</b>  | <b>16</b>  |

## 1 EINLEITUNG

Die Umweltpolitik kann auf bemerkenswerte Erfolge zurückblicken. Es ist ihr gelungen, zumindest in Europa im Bewusstsein der Menschen die Emissionen von Klimagasen als größte Gefahr für das Wohlergehen künftiger Generationen zu verankern. Die Wahrnehmung anderer Gefahren der fortschreitenden Umweltschädigung hat in der Öffentlichkeit und der Politik allerdings abgenommen, Klimaschutz steht bei vielen synonym für Umweltschutz. Ferner hat es die Umweltpolitik geschafft, in der Politik in Europa die Akzeptanz ökonomischer Instrumente und hier insbesondere der handelbaren Emissionsrechte so weit durchzusetzen, dass die Grundstoffindustrien in Bezug auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Rahmen des ETS einem solchen System unterliegen, und dass dieses System voraussichtlich auf weitere Bereiche der Wirtschaft ausgebaut werden wird. Das Klimaproblem erscheint als lösbar, indem man mit dem „Global Deal“ (Edenhofer 2008) ein weltweites System Handelbarer Emissionsrechte einführt. Allerdings ist man weder auf der Konferenz von Bali 2007 noch auf der von Posen 2008 diesem Ziel bislang näher gekommen.

Auf der anderen Seite stellen wir fest, dass die Suche nach Strategien zur Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen Verhaltensweisen generiert, die neue Probleme schaffen und alte Probleme als weniger dringlich erscheinen lassen. Zum letzteren gehört die wieder erstarkende Akzeptanz der Nutzung der Kernenergie, zum ersten Punkt die Gewinnung von Kraftstoffen aus Pflanzen. Biodiesel aus Raps und Ethanol für Ottomotoren werden zunehmend als erneuerbare Energieträger eingesetzt. Damit gehen aber der Landwirtschaft Flächen zur Erzeugung von Nahrungsmitteln verloren und die Preise für Nahrungsmittel stehen im Verbund mit den Preisen der Kraftstoffe aus fossilen Energieträgern, was gerade für die ärmsten Menschen in den Entwicklungsländern schwere Konsequenzen hat. Ein anderes Beispiel sind die Hybridfahrzeuge, die durch die Zuschaltung oder den zeitweisen Betrieb eines Elektromotors zum Verbrennungsmotor wohl die mit der Transportleistung der Fahrzeuge verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen mindern. Diese Hybridfahrzeuge weisen aber dennoch eine verheerende Ökobilanz auf, weil zusätzlich der Elektromotor und die Batterie erzeugt und später entsorgt werden müssen. Im Zentrum der Logik der CO<sub>2</sub>-Emissionsvermeidungsstrategie liegt auch die Entwicklung der so genannten CCS-Technologie (Carbon Capture and Storage): Bei der Stromerzeugung durch Kohleverbrennung wird durch zusätzlichen Energieeinsatz das CO<sub>2</sub> abgeschieden und in unterirdische natürliche Lagerstätten verbracht, wo es dann hoffentlich auch verbleibt. Letzteres ist noch nicht sicher. Kommt dieses Verfahren etwa ab 2020 zum Einsatz, dann können zwar die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Stromerzeugung gemindert werden, aber der Rohstoffverbrauch wird weiter beschleunigt.

Die Liste der Beispiele ist lang, die zeigen, dass die Umweltpolitik gegenwärtig erhebliche Probleme hat, die immer wieder den gesamten Ansatz in Frage stellen. Wenn eine Therapie so heftige Nebenwirkungen hat, dann ist die Frage erlaubt, ob der theoretische Ansatz, der dieser Politik zu Grunde liegt, noch trägt. Die heute herrschende neoklassische Umweltökonomik hat die Reduktion der Emission von Rest- und Schadstoffen zum Ziel. Ihr Forschungsansatz ist dabei der der mikroökonomischen Partialanalyse. Wir werden im Abschnitt 2 darlegen, dass der totalanalytische Ansatz der

von Ayres und Knees (1969), Daly (1968) und anderen vor vierzig Jahren begründeten Ecological Economics dem überlegen ist. Hier geht es um die Reduktion des Rohstoffverbrauchs. Der vorliegende Beitrag fragt dann im Abschnitt 3 nach einem globalen Konzept für die Umweltpolitik, die eine Minderung des Rohstoffverbrauchs und gleichzeitig eine Erreichung des Klimazieles anstrebt. Im Abschnitt 4 sollen die Potenziale einer solchen Politik abgeschätzt werden. Einige Schlussfolgerungen im Abschnitt 5 schließen den Beitrag ab.

## 2 DER THEORETISCHE ANSATZ DER UMWELTPOLITIK

Die neoklassische Umweltökonomik stellt die Vermeidung der Emission von Rest- und Schadstoffen in die Natur in den Mittelpunkt ihrer Betrachtung. Die mikroökonomische Partialanalyse ist dabei der übliche Forschungsansatz. Die Emissionen von Rest- und Schadstoffen werden als externe Effekte und somit als “freakish anomalies in the process of production and consumption” (Ayres und Knees 1969, S. 287) identifiziert. Die Politikempfehlung ist generell die Internalisierung der externen Kosten durch ökonomische Instrumente wie Subventionen, Steuern und Handelbare Emissionsrechte. Bei der Abwägung der Vorteilhaftigkeit dieser verschiedenen Instrumente sieht man i.d.R. Vorteile bei den Handelbaren Emissionsrechten (so z. B. Baumol und Oates 1998, S. 177). Der Ansatz neigt dazu, die verschiedenen Emissionsprobleme als separate und voneinander unabhängige Ereignisse zu betrachten. So werden z.B. eine Klimaschutzpolitik, eine Luftreinhaltepolitik mit Maßnahmen zur Vermeidung von Feinstaub-, Schwefel- und NO<sub>x</sub> Emissionen sowie weitere Politiken zur Vermeidung von Emissionen in die Medien Wasser und Boden entwickelt.

Das Problem ist, dass diese Emissionen ein normaler und nicht außergewöhnlicher Bestandteil des ökonomischen Prozesses sind. Ferner ist der Ansatz bedenklich, weil die Emissionen an sehr vielen Stellen des Prozesses auftreten und nicht unabhängig voneinander sind. Deshalb kann nicht erwartet werden, dass die partialanalytisch abgeleiteten Ergebnisse der Umweltökonomik bei einer totalanalytischen Betrachtung noch Bestand haben (Ayres und Knees 1969, p. 287). Ferner muss bedacht werden, dass die Vermeidung von Emissionen nicht notwendigerweise die Entnahme von Ressourcen aus der Natur reduziert, wodurch gleichfalls die Natur geschädigt wird, wie die eingangs dargestellten Beispiele gezeigt haben.

Für die Gestaltung einer globalen Umweltpolitik ist ein alternativer Ansatz verfügbar, der im Rahmen einer makroökonomischen Totalanalyse in systematischer Weise nach den Interdependenzen zwischen wirtschaftlicher Entwicklung und Belastung der Umwelt fragt und der die beschriebenen Probleme vermeidet. Die Prinzipien der Ecological Economics, die von Ayres und Knees (1969), Daly (1968) und anderen formuliert worden sind, beschreiben den folgenden Zusammenhang: Die Wirtschaft ist in die Natur eingebettet, entnimmt ihr Ressourcen und gibt Rest- und Schadstoffe in die Natur zurück. Es gibt somit einen Materialfluss, der bei den Extraktionen der Ressourcen beginnt und über alle Produktionsstufen und den Konsum zu den Emissionen in die Natur führt. Die Summe der in Tonnen gemessenen Emissionen in die Natur unterscheidet sich von der Summe aller Extraktionen aus der Natur nur um diejenigen Materialinputs, die Bestandteil des Kapitalstocks in der betrachteten Periode werden. In der Dimension der physischen

Materialflüsse gibt es keinen Endverbrauch von Gütern. Der wirtschaftende Mensch verwendet in seinen Produktions- und Konsumaktivitäten letztlich Dienstleistungen der Natur, die er aus dem Materialstrom zieht. Es wird nicht Material verbraucht, sondern durch die Nutzung des aus der Natur entnommenen Materials ändert sich seine physische Struktur. Die Umwandlung des Materialstroms geschieht durch den Einsatz von Arbeit, Kapital und Energie, was wiederum Materialflüsse erfordert.

Ecological Economics sieht die Wirtschaft als Teil eines größeren Ganzen. Ihre Domäne ist das Geflecht der Interaktionen zwischen der Wirtschaft und den ökologischen Bereichen (Constanza, Daly, Bartholomew 1991, S. 3). Daly (1991, S. 32) charakterisiert sie im Gegensatz zur mikroökonomischen Umweltökonomik als „Environmental Macroeconomics“, Boulding (1981) stellt sie in die Nähe der Evolutionary Economics.

Diese Perspektive legt es nahe, die Maßnahmen der Umweltpolitik auf die Materialextraktionen und nicht auf die Emissionen zu richten. Die Vermeidung von Emissionen erfolgt nämlich „automatisch“, wenn es gelingt, die Materialextraktionen zu reduzieren. Die Umkehrung des Satzes ist aber nicht möglich. In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu sehen, dass die Emissionen von Rest- und Schadstoffen unterschiedlichster Art an unüberschaubar vielen Punkten des ökonomischen Prozesses stattfinden und von einer gewaltigen Zahl von Agenten gesteuert wird. Die Rohstoffinputs sind dagegen in ihrer Verknüpfung mit dem ökonomischen Prozess weit übersichtlicher. Ein Subziel der Umweltpolitik muss die Steigerung der Ressourcenproduktivität auf allen Stufen der Produktion (Effizienz) und eine Reduktion des Ressourcenverbrauchs beim Konsum sein (Suffizienz).

### **3 EIN VORSCHLAG FÜR EINE GLOBAL ABGESTIMMTE DUALE UMWELTPOLITIK**

Fokussiert man die Umweltpolitik allein auf den Rohstoffverbrauch, so wird man auch die Emission von CO<sub>2</sub> vermeiden, aber es bliebe das Risiko, ob das Klimaziel erreicht wird, was angesichts der Dramatik des Klimaproblems nicht hingenommen werden kann. Dieser Gedanke legt nahe, dass man einen dualen Ansatz verfolgt, indem man gleichzeitig ein Emissionsziel für die Treibhausgase und ein Ziel für den Rohstoffverbrauch anstrebt. Hinzu kommt das Argument, dass die Klimaschutzpolitik in vielen Ländern etabliert ist, und man diese Akzeptanz in der Gesellschaft nicht gefährden sollte. Der hier zur Diskussion gestellte Vorschlag einer dualen Umweltpolitik ist also nicht als Ersatz, sondern als Ergänzung der Klimaschutzpolitik zu verstehen.

#### **3.1 DIE ZIELE**

Basis eines globalen Systems muss die Vorgabe eines einheitlichen Ressourcenverbrauchs pro Kopf der Bevölkerung sein, der für einen zukünftigen Zeitpunkt – etwa im Jahr 2050 - in jedem Land erreicht werden muss. Dabei umfasst der Ressourcenverbrauch die inländischen Extraktionen, die Importe von Ressourcen, sowie die in den Güterimporten enthaltenen abzüglich der in den Güterexporten enthaltenen

Ressourcen. Dabei zählt nicht nur das Gewicht der Rohstoffe selbst, sondern auch der mit der Extraktion verbundene Aushub. Die Schädigung der Natur ist sehr eng mit dem Gewicht der Materialien korreliert, denn Transport, Verteilung und Verarbeitung der Ressourcen haben strenge Konsequenzen für den Energieverbrauch, die Feinstaubemissionen, die Entstehung von Lärm, die Beeinträchtigung der Biodiversität und viele weitere Schädigungen der Natur. Deshalb macht es Sinn, den Ressourcenverbrauch einheitlich in Tonnen zu messen. Schätzungen von Naturwissenschaftlern halten für das Jahr 2050 bei einer Bevölkerung von 9 Milliarden Menschen einen Verbrauch von 6 Tonnen pro Kopf ohne Entnahmen von Wasser und Sauerstoff (used and unused material extraction) für akzeptabel (Schmidt- Bleek 2007). Heute werden ca. 20 Tonnen pro Kopf verbraucht (Meyer, Lutz, Wolter 2009).

Bei den Emissionen der Klimagase sind die in Tonnen gemessenen Werte der emittierten Gase durch die Klimaäquivalente zu korrigieren. Mit dem Ziel, die Erderwärmung auf 2 Grad zu beschränken, ergäbe sich für die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei 9 Milliarden Menschen im Jahre 2050 eine Menge von 2 Tonnen pro Kopf (Stern 2008, S. 28). Der heutige Wert liegt bei 5 Tonnen pro Kopf (World Resources Institute 2007). Die Emissionen umfassen einerseits den im Materialverbrauch der fossilen Energieträger Kohle, Gas und Erdöl enthaltenen Kohlenstoff, des weiteren kommt aber noch durch den Verbrennungsvorgang der Sauerstoff hinzu.

### **3.2 DIE INSTRUMENTE AUF DER INTERNATIONALEN EBENE: HANDELBARE RESSOURCENVERBRAUCHS- UND TREIBHAUSGASEMISSIONSRECHTE**

Für alle Länder, die dem System beitreten, sind Zeitpfade für die jährliche Zielerreichung zu bestimmen. Die Zeitpfade der Zielwerte für Rohstoffeinsatzmengen und Treibhausgasemissionen sollten an den tatsächlichen aktuellen Werten ansetzen. Es wäre unrealistisch anzunehmen, dass etwa bei den Treibhausgasemissionen die Kyoto Zielwerte für die Industrieländer als Startpunkt durchzusetzen sind, weil viele Länder, wie etwa die USA, weit von diesen Werten entfernt sind (Olmstead und Stavins 2006). Dabei sind die Rohstoffeinsatzmengen als Summe aus Extraktionen im Inland plus Importe plus in den Güterimporten enthaltene indirekte Rohstoffe abzüglich der in den Exporten indirekt enthaltenen Rohstoffe zu verstehen. Ausgehend von den aktuellen tatsächlichen Rohstoffeinsatzmengen bzw. Treibhausgasemissionen sind im einfachsten Fall lineare Entwicklungen für die Zielpfade vorzugeben. Mit diesen Zielpfaden werden den Ländern Rohstoffverbrauchsrechte bzw. Treibhausgasemissionsrechte zugeteilt, die zwischen den Ländern gehandelt werden können. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass das globale Ziel auf jeden Fall erreicht wird und gleichzeitig die unterschiedlichen Zielerreichungspotenziale in den einzelnen Ländern bestmöglich genutzt werden.

Die Gruppe derjenigen Länder, die sich für die Teilnahme an dem System entscheiden, beschließt die Besteuerung aller Güterimporte aus den nicht teilnehmenden Ländern, um Verzerrungen im internationalen Handel zu vermeiden (Stern 2008, S. 25), sofern diese Länder einen Rohstoffverbrauch pro Kopf bzw. CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf haben, der über dem Durchschnitt der Länder des Systems liegt. Wenn in der Startphase des Systems bereits eine bestimmte Anzahl an wichtigen Industrieländern beteiligt ist, wird damit ein Druck zum Beitritt erzeugt. Erreicht ein Entwicklungsland bzw. Schwellenland den durchschnittlichen Ressourcenverbrauch pro Kopf bzw. die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-

Emissionen der am System beteiligten Länder, so unterliegen deren Exporte an die zum System gehörenden Länder gleichfalls der Ausgleichsabgabe. Solange also der Ressourcenverbrauch pro Kopf bzw. die Schadstoffemissionen pro Kopf dieser Länder unter dem des Durchschnitts der Länder des Systems liegt, wird kein Druck auf sie ausgeübt, dem System beizutreten. Damit ist ein Mindestmaß an Gerechtigkeit gegeben, das auf die Stromgrößen abstellt. Natürlich ist im Hinblick auf die Bestände zum Beispiel von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre immer noch eine Besserstellung der Industrieländer gegeben.

### 3.3 DIE INSTRUMENTE DER NATIONALEN UMWELTPOLITIK

Jedes der am System beteiligten Länder wird ein Interesse haben, die Rohstoffverbräuche und Treibhausgasemissionen zu vermindern, um die Zielvorgaben zu erreichen, weil sonst die entsprechenden Rechte auf dem internationalen Markt eingekauft werden müssen. Bei der Wahl der Instrumente muss natürlich jedem Land Freiheit gegeben sein. Angesichts unterschiedlicher Wirtschaftsverfassungen, kultureller Traditionen und Marktgegebenheiten fällt es sogar schwer, Empfehlungen auszusprechen. Die in der perfekten Welt der umweltökonomischen Literatur herausgearbeiteten Unterschiede können deshalb nicht zu dem Ergebnis führen, dass für jedes Land die Entscheidung zwischen Steuern, Handelbaren Nutzungsrechten, Subventionen, Informations- und Kommunikationsinstrumenten und Regulierungen in derselben Weise ausgeht (Stern 2008, S. 23). Die in der mikroökonomischen Literatur erkennbare Präferenz für Handelbare Umweltrechte (Vgl. z.B. Baumol und Oates 1998, S. 177) muss deshalb nicht bedeuten, dass Handelbare Emissionsrechte im Rahmen globaler Klimaschutzsysteme generell anderen Lösungen überlegen sind. Insbesondere die Absicht, im Interesse einer größtmöglichen statischen Effizienz einen globalen Markt für Emissionsrechte zu schaffen, an dem die Unternehmen international direkt als Anbieter und Nachfrager agieren können (vgl. dazu Flachsland u. a. 2008), kann in einer dynamischen Perspektive zu großen Problemen führen: Es ist zu befürchten, dass Spekulationswellen auf den internationalen Kapitalmärkten auch auf die Märkte für Umweltrechte übergreifen. Deshalb wäre es wohl sinnvoll, nur indirekte Koppelungen nationaler Märkte über CDM zuzulassen. Konjunkturelle Störungen können Ursache einer weiteren Schwäche von Emissionshandelssystemen in dynamischer Hinsicht sein: Bei einem Nachlassen der Konjunktur müsste das Zertifikatsangebot zurückgenommen werden, wenn ein Zusammenbruch des Preises vermieden werden soll. Ebenso müsste in Phasen der Hochkonjunktur das Angebot ausgedehnt werden, um Preisexplosionen zu vermeiden.

Wichtig ist auch, die Pfadabhängigkeit politischer Prozesse und ihre Bedeutung für die Durchsetzbarkeit von Maßnahmen zu sehen. In Europa wird dies vermutlich bedeuten, dass das European Trading System (ETS) im Rahmen des Klimaschutzes erhalten bleibt, allein weil es sehr mühevoll war, es zu etablieren. Mit dem ETS existiert das weltweit umfassendste System Handelbarer Emissionsrechte in Europa. Es erfasst im Wesentlichen diejenigen Unternehmen der Grundstoffindustrie, die fossile Energieträger verbrennen. Dies bedeutet, dass in Europa über 10000 Anlagen, überwacht werden müssen. Mit diesem erheblichen Aufwand gelingt es aber nur, ca. 50% der CO<sub>2</sub>-Emissionen zu steuern. Die Erfassung der Emissionen der anderen Branchen und vor allem die der Privaten Haushalte mit diesem Instrument würde zu einer Vervielfachung dieses Aufwandes führen. Über die



Einführung eines „Private Carbon Trading“ für die Privaten Haushalte hat man in England sehr intensiv nachgedacht (vgl. z. B. Fleming 2007). Die englische Regierung hat auf der Basis der Ergebnisse einer Untersuchungskommission (Environmental Audit Committee 2008) das Private Carbon Trading mit der Begründung abgelehnt, es sei bei der Bevölkerung nicht durchsetzbar und sei zu aufwändig (DEFRA 2008). In keinem anderen europäischen Land war man der Idee eines umfassenden Systems Handelbarer Emissionsrechte so nahe gekommen. Es ist deshalb sehr wahrscheinlich, dass es in Europa bei einem Hybridsystem für den Klimaschutz bleibt, in dem auch Steuern und Regulierungen ihren Platz haben. Dass andere Länder bereit sind, die Voraussetzungen zu schaffen, die für eine Überwachung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des gesamten Landes auf der Ebene der einzelnen Firmen oder Haushalte notwendig sind, erscheint als sehr unwahrscheinlich. Dort werden es eher nur einzelne energieintensive Branchen mit vergleichsweise wenigen Unternehmungen sein, die Bestandteil eines Emissionshandelssystems sein werden.

Die Ergebnisse von Rechnungen mit dem globalen umweltökonomischen Modell GINFORS (Lutz und Meyer 2009) für unterschiedliche Hybridszenarien mit einem ETS für die Grundstoffindustrien und steuerlichen Instrumenten in den anderen Wirtschaftsbereichen in Europa und anderen Industrieländern, sowie rein steuerlichen Instrumenten in den Entwicklungsländern zeigen, dass global bis 2030 ein Entwicklungspfad der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei nur vergleichsweise geringen Kosten erreicht werden kann, der mit dem Klimaziel für 2050 kompatibel ist.

Die Reduktion des Ressourcenverbrauchs ist grundsätzlich sowohl durch Handelbare Verbrauchsrechte als auch durch Steuern möglich. Handelbare Verbrauchsrechte müssten für alle Unternehmen des betreffenden Landes gelten, die Rohstoffe als Produktionsfaktor einsetzen. Demgegenüber müsste man bei einer Besteuerung nur die wenigen Unternehmen, die Rohstoffe extrahieren, sowie die Importeure von Rohstoffen erfassen, wobei nur die Rohstoffimporte aus den Ländern zu besteuern sind, die dem internationalen System nicht angehören. Der Aufwand ist somit bei der Erhebung einer Ressourcensteuer weitaus geringer als bei einem System Handelbarer Verbrauchsrechte.

Die Rohstoffsteuer ist als eine Mengensteuer denkbar, die pro Gewichtseinheit des Rohstoffs erhoben wird. Der generelle Ansatz, mit dem auch schon die Messung des Rohstoffzieles in Tonnen begründet wurde, geht davon aus, dass Extraktion, Weiterverarbeitung und Transport des Rohstoffs externe Effekte verursachen, die gewichtsabhängig sind. Durch die Rohstoffsteuer verteuert sich über alle Produktionsstufen die Erzeugung derjenigen Güter, die direkt und indirekt einen hohen Rohstoffgehalt haben. Somit wird auf jeder Produktionsstufe ein Anreiz bestehen, den Einsatz rohstoffintensiver Vorleistungen zu vermindern. Beim Konsum werden rohstoffintensive Güter infolge ihres steigenden Preises durch andere Güter substituiert.

In einem Land mit einem etablierten und erfolgreichen Instrumentarium zur Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen könnte man auf die zusätzliche Besteuerung der fossilen Energieträger im Rahmen einer Politik zur Steigerung der Ressourcenproduktivität verzichten. Dagegen könnte in einem Land ohne Klimaschutzpolitik die Ressourcensteuer die fossilen Energieträger einschließen.

Die Erhebung einer Ressourcensteuer würde die eingangs geschilderten negativen Effekte gewisser CO<sub>2</sub>-Vermeidungsstrategien verhindern, die dadurch gekennzeichnet

sind, dass sie fossile Energieträger durch andere natürliche Ressourcen substituieren und dadurch neue Umweltprobleme schaffen. Das Hybridfahrzeug würde z. B. durch eine allgemeine Ressourcensteuer teurer, weil sie die in dem zweiten Motor und in der Batterie enthaltenen Rohstoffe träge.

Die Unternehmen der dem internationalen System angehörig Länder müssen keine Wettbewerbsverzerrungen befürchten, wenn die Güterimporte aus den anderen Ländern mit einer Ausgleichsabgabe belastet werden. Zunächst ist davon auszugehen, dass die Androhung der Ausgleichsabgabe dafür sorgen wird, dass nur wenige für den Güterhandel wichtige Länder abseits stehen werden. Die Höhe der Ausgleichsabgabe ist so zu wählen, dass das Importgut und vergleichbare Güter aus dem Inland denselben Preis haben. Die importierende Firma kann dagegen Einspruch erheben. Dem wird stattgegeben, wenn sie auf der Basis des MIPS Konzeptes (Schmidt-Bleek 2007) zeigen kann, dass bei der Herstellung des Gutes im Inland eine Besteuerung erfolgen würde, die unterhalb der Ausgleichsabgabe liegen würde.

Das Aufkommen aus den Energiesteuern, Ressourcensteuern und dem Auktionserlös der Emissionsrechte (falls auktioniert wird) ist wieder an die Volkswirtschaft zurück zu führen (Binswanger 1980). Die Firmen sind durch die Ausgleichsabgaben geschützt. Die Haushalte haben aber die erhöhten Güterpreise zu zahlen, die natürlich die unteren Einkommensschichten stärker treffen als die oberen. Um Verteilungsgerechtigkeit zu realisieren, empfiehlt Constanza (1991, S. 340) eine Senkung des Einkommensteuertarife am unteren Ende der Einkommensskala oder gar die Einführung einer negativen Einkommensteuer. Damit die Entlastung von den Haushalten auch wahrgenommen wird, würde sich ein Pro Kopf Transfer des Auktionsaufkommens der Emissionsrechte und des Aufkommens der Ressourcensteuer an die Privaten Haushalte, der direkt ausgezahlt wird, noch effizienter sein. Im Ergebnis würde der Ressourcenverbrauch belastet und der Faktor Arbeit entlastet, wodurch ein Ressourcen sparender technischer Fortschritt induziert würde.

Zur Ergänzung einer Politik der Herstellung der „richtigen“ Preise sollte ein Teil der Erlöse zur Verbesserung des Wissens der Unternehmen und Haushalte über ressourceneffiziente Technologien und Produkte sein, damit die Preissignale auch zu den erforderlichen tief greifenden Verhaltensänderungen führen können. Dazu können allgemeine in den Medien verbreitete Informationskampagnen gehören sowie spezielle Veranstaltungen, die über den Stand der Entwicklungen in einzelnen Technikfeldern informieren. Zur Orientierung der Verbraucher sind Gütezeichen und Umweltsiegel wichtig, die bei der täglichen Konsumententscheidung helfen.

Ferner ist eine Intensivierung der Forschungsförderung zur Entwicklung Ressourcen schonender Technologien in Form der themenspezifischen Programme zur FUE-Förderung unerlässlich. Das Forschungsfeld wird hier in viele Einzelthemen aufgelöst und in Form von Forschungsfragestellungen in Förderprogrammen zusammengestellt. Die einzelnen Projekte werden ausgeschrieben und in einem wettbewerblichen Prozess vergeben.

## 4 ZUR ABSCHÄTZUNG DES POTENZIALS EINER POLITIK DER STEIGERUNG DER RESSOURCENPRODUKTIVITÄT

Wie sind die Erfolgsaussichten einer Politik zu bewerten, die entscheidend darauf setzt, dass eine Anhebung der Ressourcenpreise in Verbindung mit Ressourcensparendem, technischem Fortschritt zu einer strukturellen Veränderung des Wirtschaftsprozesses führt, die den Ressourcenverbrauch dramatisch senkt? Die Beantwortung der Frage hängt entscheidend davon ab, ob sich der Ressourcenverbrauch auf eine überschaubare Anzahl von Technologien und Produkten konzentriert oder über alle Wirtschaftsbereiche verteilt ist. Die zweite Frage richtet sich auf die Wechselwirkung von Maßnahmen zur Ressourceneinsparung auf das CO<sub>2</sub>-Emissionsziel. Ferner soll gefragt werden, welche Wirkungen von einem Informationsprogramm ausgehen können, das bestehende Ineffizienzen im Rohstoffverbrauch der Unternehmen mildert.

### 4.1 ZUR KONZENTRATION DES RESSOURCENVERBRAUCHS

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse einer Studie von Distelkamp, Meyer und Wolter (2006) zusammengefasst, die auf der Basis der Rohstoffverbrauchsstatistik des Wuppertalinstituts (Acosta et al. 2006) eine einfache statische Input-Output-Analyse für das Jahr 2000 durchgeführt haben. Dabei wurden die inländischen Extraktionen, die nicht genutzten Extraktionen (Aushub etc.), die Importe von Rohstoffen und die in den importierten Gütern enthaltenen indirekten Rohstoffimporte (Rucksäcke) nach 7 Rohstoffarten disaggregiert erfasst.

Zunächst wurde gefragt, welche Wirkungen von einer Veränderung der Technologie der Wirtschaft, die durch die Vorleistungsverflechtung der Branchen untereinander abgebildet ist, ausgehen. Für die vorliegende Fragestellung ist die Vorleistungsverflechtung wesentlich interessanter als der direkte Einsatz der Ressourcen in den extrahierenden bzw. die Ressourcen importierenden Wirtschaftsbereiche. So besteht z.B. zwischen der Bruttoproduktion des Sektors Steine und Erden und seiner Extraktion von Kies und Sand eine feste Relation, die kaum durch die beschriebenen Politikmaßnahmen beeinflusst werden können. Dasselbe gilt auch für den Kohle- und Erzbergbau. Wichtig sind dagegen die nachgelagerten Produktionsstufen wie die Bauwirtschaft, die Stahlindustrie und der Fahrzeugbau und alle anderen Branchen und deren Nachfrage bei den extrahierenden Branchen. Darüber entscheiden die Koeffizienten der Matrix der Vorleistungsverflechtungsmatrix. Bei 59 Produktionsbereichen ergeben sich 3481 (59\*59) Inputkoeffizienten der Matrix. Ein Maß für die Konzentration des Ressourcenverbrauchs auf die Technologie lässt sich gewinnen, wenn man jeden einzelnen Inputkoeffizienten um 1% vermindert und die sich jeweils ergebende Änderung des gesamtwirtschaftlichen Ressourcenverbrauchs vergleicht. Die Ergebnisse sind für die 20 wichtigsten Inputkoeffizienten in der Tabelle 1 wiedergegeben.

Beteiligt sind offenbar Technologien aus den Bereichen Energie, Bauen, Metallherzeugung, Metallverarbeitung und Nahrungs- und Genussmittel. Wenn in Tabelle 1 der liefernde und der empfangende Produktionsbereich identisch sind, so handelt es sich um Lieferströme innerhalb eines mehrstufigen Produktionsbereiches.

Wenn man nur diese 20 Lieferströme um 1% reduziert, dann erhält man 52% der Rohstoffeinsparungen, die man bewirkt, wenn alle 3481 Lieferströme um 1% vermindert werden. Ferner ist erkennbar, dass eine Politik, die sich auf die für den Ressourcenverbrauch wichtigsten technologischen Zusammenhänge konzentriert, automatisch auch die für die CO<sub>2</sub>-Emissionen wichtigen Koeffizienten anspricht.

**Tabelle 1: Die Wirkung eines Rückgangs der Inputkoeffizienten um 1% auf Total Material Requirement (TMR) in Deutschland im Jahre 2000**

| Rang | liefernder Bereich   | empfangender Bereich   | $\Delta$ TMR | davon importiert<br><i>In 1000 Tonnen</i> |
|------|----------------------|------------------------|--------------|---|
| 1    | Kohle                | Energie                | -13829       | -1026                                     |
| 2    | Metalle u. Halbzeug. | Metalle u. Halbzeug.   | -4041        | -3856                                     |
| 3    | Steine u. Erden      | Bau                    | -3687        | -62                                       |
| 4    | Landwirtschaft       | Nahrung u. Genuss.     | -3584        | -799                                      |
| 5    | Steine u. Erden      | Glas, Keramik          | -3542        | -104                                      |
| 6    | Glas, Keramik        | Bau                    | -2838        | -371                                      |
| 7    | Metalle u. Halbz.    | Metallerzeugnisse      | -1691        | -1502                                     |
| 8    | Kohle                | Kohle                  | -1683        | -131                                      |
| 9    | Kraftwagen u. T.     | Kraftwagen u. T.       | -1449        | -1099                                     |
| 10   | Nahrung u. Genuss    | Nahrung u. Genuss      | -1153        | -639                                      |
| 11   | Kohle                | Kokerei, Mineralölerz. | -1072        | -79                                       |
| 12   | Metalle u. Halbz.    | Kraftwagen u. T.       | -976         | -799                                      |
| 13   | Bau                  | DI Grundst. Wohn.      | -945         | -139                                      |
| 14   | Kohle                | Glas, Keramik          | -849         | -63                                       |
| 15   | Erdöl, Erdgas        | Kokerei, Mineralölerz  | -800         | -797                                      |
| 16   | Erze                 | Metalle u. Halbzeug    | -770         | -770                                      |
| 17   | Chemie               | Chemie                 | -747         | -600                                      |
| 18   | Metallerzeugnisse    | Metallerzeugnisse      | -727         | -592                                      |
| 19   | DI Kreditinst.       | DI Kreditinst          | -694         | -165                                      |
| 20   | Nahrung u. Genuss    | Hotel u. Gastst.       | -673         | -333                                      |

Quelle: Distelkamp, Meyer, Wolter (2006)

Die Konzentration des Problems auf wenige Bereiche wird auch deutlich, wenn man die Inputstrukturen der einzelnen Branchen betrachtet. Tabelle 2 nennt von den insgesamt 59 Branchen die für den Rohstoffverbrauch wichtigsten fünf Branchen. Reduziert man deren Inputkoeffizienten um jeweils 1%, so erhält man 50% der Rohstoffeinsparung, die bei einer Minderung der Inputkoeffizienten aller 59 Branchen um 1% erreicht würde. Natürlich findet man hier die bereits in Tabelle 1 angesprochenen Branchen.

**Tabelle 2: Die Wirkungen eines Rückgangs aller Inputkoeffizienten des betrachteten Produktionsbereichs um 1% auf den gesamtwirtschaftlichen Ressourcenverbrauch**

| Rang | Produktionsbereich  | $\Delta$ TMR | davon importiert<br><i>in Tonnen</i> |
|------|---------------------|--------------|--------------------------------------|
| 1    | Energie             | -15165       | -1597                                |
| 2    | Bau                 | -8625        | -1676                                |
| 3    | Metalle u. Halbzeug | -7465        | -5916                                |
| 4    | Nahrung u. Genuss   | -6283        | -1967                                |
| 5    | Glas, Keramik       | -5743        | -593                                 |

Quelle: Distelkamp, Meyer, Wolter (2006)

Ferner ist wiederum auffallend, dass die Stromerzeugung der wichtigste Sektor ist.

Eine Reduktion des Rohstoffverbrauchs kann auch bei gegebenen Produktionsstrukturen erfolgen, wenn die Endnachfrage sich in ihrer Struktur verändert. Betrachten wir dazu die größte Komponente der Endnachfrage – den Privaten Konsum.

Da die Konsumenten ihre Entscheidungen nicht über Gütergruppen, sondern über Verwendungszwecke treffen, wird der Vektor der 43 Konsumverwendungszwecke betrachtet, der durch eine Bridge-Matrix in die 59 Gütergruppen überführt werden kann. Die Konsumenten treffen z.B. Entscheidungen über das Volumen ihrer Ausgaben für Pauschalreisen. Gegenstand ihrer Entscheidung ist aber nicht, welcher Anteil auf das Reisebüro, das Verkehrsgewerbe und das Hotel- und Gaststättengewerbe entfällt. Diese Aufteilung auf die Produktionsbereiche wird durch die Bridge-Matrix erreicht.

In der Tabelle 3 sind die Wirkungen einer Minderung der Konsumausgaben der Privaten Haushalte um jeweils 1 Milliarde € der für den Rohstoffverbrauch zehn wichtigsten Konsumverwendungszwecke dargestellt. Die mit Abstand bedeutsamsten Verwendungszwecke sind Feste Brennstoffe inkl. Fernwärme und der elektrische Strom.

**Tabelle 3: Wirkung eines Rückgangs des Privaten Konsums mit dem genannten Verwendungszweck um 1 Milliarde € auf den gesamtwirtschaftlichen Ressourcenverbrauch**

| Rang | Verwendungszweck                 | $\Delta$ TMR | davon importiert<br><i>in Tonnen</i> |
|------|----------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| 1    | Feste Brennstoffe (inkl. Fernw.) | -62964       | -4865                                |
| 2    | Strom                            | -28109       | -2976                                |
| 3    | Gartenerzeugnisse                | -4383        | -842                                 |
| 4    | Glaswaren                        | -3241        | -879                                 |
| 5    | Rep. der Wohnungen               | -3215        | -702                                 |
| 6    | Nahrungsmittel                   | -2051        | -965                                 |
| 7    | Alkoholische Getr.               | -2896        | -967                                 |
| 8    | Nicht alk. Getr.                 | -2689        | -973                                 |
| 9    | langl. Gebrauchsgüter            | -2403        | -1278                                |
| 10   | VerkehrsDL                       | -2046        | -839                                 |

Quelle: Distelkamp, Meyer, Wolter (2006)

Wenn die Ausgaben für die 10 wichtigsten der insgesamt 43 Verwendungszwecke um 1 Milliarde gesenkt werden, kann man bereits 76% der Wirkung erzielen, die bei einer Streuung über alle Produktionsbereiche erreicht würde.

#### **4.2 DIE ÖKONOMISCHEN EFFEKTE DER DEMATERIALISIERUNG: DIE ABSCHÄTZUNG DER WIRKUNG EINES INFORMATIONS- UND KOMMUNIKATIONSPROGRAMMS**

Dass der Einsatz von Material und Energie sehr ineffizient ist, wird immer wieder festgestellt. Jochem (2004) berichtet z. B. über unnötig schwere Konstruktionen von Fahrzeugen und Maschinen sowie über Materialverschwendung in der Industrie und bei den Haushalten. Die Dimension des Problems wird von Fischer u.a. (2004) auf der Basis der Erkenntnisse namhafter Beratungsfirmen wie folgt eingeschätzt: Im Verarbeitenden Gewerbe, im Baugewerbe und in der Öffentlichen Verwaltung Deutschlands könnten durchschnittlich 20% der Material- und Energiekosten dauerhaft eingespart werden, wenn man bereit ist, die Einsparung eines Jahres (Materialeinsparung) bzw. von sechs Jahren (Energieeinsparung) in Maßnahmen zur Effizienzsteigerung zu investieren. Ein Drittel dieser Inputs besteht aus Beratungskosten, zwei Drittel sind zusätzliche Kapitalkosten.

Man mag fragen, warum Firmen im Hinblick auf den Materialeinsatz so unwirtschaftlich handeln. Fischer u. a. (2004) behaupten, dass in vielen Firmen die Managementsysteme im Hinblick auf den Materialeinsatz ineffizient sind: Die Controlling Instrumente zeigen normalerweise Materialverluste nicht explizit. Sie sind eher zur Erfassung der Arbeitskosten entwickelt, weil der Faktor Arbeit zumindest in der Vergangenheit stetig teurer wurde, während die Preise der Ressourcen starke zyklische Bewegungen, aber kaum dauerhafte Trends gezeigt haben. Ferner sind die Anschaffungsentscheidungen von Maschinen häufig durch den Preis dominiert, während die Unterhaltungskosten eher in den Hintergrund treten. Außerdem ist der Austausch von Informationen über das Materialmanagement wegen institutioneller Probleme häufig unzureichend.

Mit einem Wort: Die Märkte sind nicht in der Lage, ein optimales Materialmanagement zu gewährleisten. Somit könnte der Staat als Moderator eines Informations- und Kommunikationsprogramms zur Verbesserung der Ressourcenproduktivität auftreten.

Auf der Basis der Erfahrungen der Unternehmensberater haben Meyer, Distelkamp und Wolter (2007) die gesamtwirtschaftlichen Effekte eines entsprechenden Beratungsprogramms abgeschätzt. Die Ergebnisse sind in dem hier diskutierten Zusammenhang auch generell interessant, weil die vielfältigen ökonomischen Wirkungen der Dematerialisierung analysiert werden können.

Instrument der Analyse ist das umweltökonomische Modell PANTA RHEI (Heraklit: „alles fließt“). Die Philosophie des Modells unterstellt, dass alle Agenten auf unvollständigen Märkten unter Bedingungen begrenzter Rationalität ihre Entscheidungen treffen. Zur Identifizierung der Struktur des Systems und zur Bestimmung der Parameter seiner Verhaltensgleichungen ist der Einsatz ökonometrischer Verfahren notwendig. Ein Modell dieses Typs ist auch das Modell E3ME von Cambridge Econometrics (Barker 1997). Die empirische Validierung dieser Modelle erlaubt die Berechnung verlässlicher Baselines als Referenz und die Abschätzung der Wirkungen umweltpolitischer Maßnahmen auf Wirtschaft und Umwelt.

Die besondere Leistungsfähigkeit des Systems PANTA RHEI beruht auf der Verfolgung der Prinzipien „bottom-up“ und „vollständige Integration“, die Kern der INFORUM Modellierungsphilosophie (Almon 1991) sind. Das Prinzip „bottom-up“ impliziert, dass jede Branche in tiefem Detail modelliert wird – PANTA RHEI hat mehr als 600 Variablen für jede seiner 59 Branchen. Makroökonomische Variablen wie das Bruttoinlandsprodukt oder der Konsumgüterpreisindex werden durch explizite Aggregation aus den Branchenvariablen berechnet. Das Prinzip „vollständige Integration“ meint eine komplexe Modellierung, die simultan die intersektoralen variablen Verknüpfungen und die Entstehung, Verteilung und Umverteilung sowie die Einkommensverwendung abbildet.

Die tiefe sektorale Gliederung ist notwendig, weil die Wirkungen der wirtschaftlichen Entwicklung auf die Umwelt sehr sektorspezifische sind. Das Modell verfügt über ein Energiemodul zur Bestimmung des Einsatzes von 30 Energieträgern sowie ein Materialmodul, das die Nachfrage nach natürlichen Rohstoffen in physischen Einheiten nach 7 Kategorien erfasst. Ferner enthält das System ein Modul zur Bestimmung von Fahrzeugbeständen und deren Nutzung sowie ein Wohnungsbestandsmodul.

Mit diesem Modell wurde im Jahr 2004 zunächst eine Baseline berechnet, die die wirtschaftliche Entwicklung und die Umweltnutzung in Deutschland bis zum Jahr 2020 prognostiziert. In dem Alternativszenario, das nach dem Auftraggeber der umfangreichen Studie – der Aachener Stiftung Kathy Beys – das „Aachener Szenario“ genannt wurde, wurde unterstellt, dass in einem Zeitraum von 11 Jahren nach und nach alle Unternehmen des Verarbeitenden Gewebes und des Baugewerbes durch die Beratungsleistungen ihre Materialkosten um 20% senken können und dabei einmalig zusätzliche Kosten haben, die der Ersparnis eines Jahres entsprechen.

Die Dematerialisierung hat zwei direkte Effekte auf die gesamtwirtschaftliche Entwicklung: Zunächst führt sie zu einer Kostensenkung in den begünstigten Branchen und zu einer Minderung der Umsätze derjenigen Branchen, die Material und Energie erzeugen. Es gibt somit Gewinner und Verlierer, aber die Gewinner sind ausnahmslos inländische Unternehmen, während Materialinputs auch in großem Umfang importiert werden. Damit ist eindeutig eine positive Wirkung auf das Bruttoinlandsprodukt gegeben.

Es gibt eine Fülle indirekter Effekte. Die wichtigsten sollen kurz beschrieben werden: Die Kostensenkungen induzieren niedrigere Preise, wobei die Preissenkung meist geringer ausfällt als die Kostensenkung. Damit steigen die Gewinne der Unternehmen, die Güter des Verarbeitenden Gewerbes einsetzen, aber auch die der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes selbst. Dies bedeutet Einkommenssteigerungen für die Haushalte und eine Zunahme des Steueraufkommens. Beide Effekte regen die Endnachfrage nach Gütern sowie Produktion und Beschäftigung an. Die Wachstumsrate des Bruttoinlandsprodukts nimmt während der Laufzeit des Programms um durchschnittlich einen Prozentpunkt zu, wie Tabelle 4 zeigt.

**Tabelle 4: Die durchschnittlichen Jahreswachstumsraten des Bruttoinlandsprodukts in der Baseline und im Aachener Szenario in %**

|                   | 2005-2010 | 2010-2015 | 2015-2020 |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| Baseline          | 1,75      | 1,75      | 1,34      |
| Aachener Szenario | 3,05      | 2,58      | 1,55      |

Quelle: Meyer, Distelkamp, Wolter (2007)

Die höhere Wertschöpfung steigert die Arbeitsproduktivität. Diese Variable und die Preisentwicklung sind die wichtigsten Variablen, die das Ergebnis der Lohnverhandlungen bestimmen. Fallende Preise wirken sich dämpfend auf den Nominallohn aus, während die steigende Arbeitsproduktivität den Nominallohn anhebt. Beide Effekte kompensieren sich weitgehend, so dass der Nominallohn sich gegenüber der Baseline nicht deutlich verändert, während der Reallohn steigt.

Die Beschäftigung hängt von der Produktion und dem Reallohn ab. Der negative Einfluss des Reallohnanstiegs wird von dem positiven Produktionseffekt überkompensiert. Die zunehmende Beschäftigung führt zu einer weiteren Stärkung der Haushaltseinkommen und damit der Endnachfrage. Die Beschäftigung steigt bis 2015 um fast eine Million Personen. Wie Tabelle 5 zeigt, ist diese Entwicklung von einem erheblichen Strukturwandel gekennzeichnet: Die Beschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe nimmt um fast 500.000 Personen ab, während in den Dienstleistungssektoren und in der Bauwirtschaft kräftige Beschäftigungszuwächse zu verzeichnen sind, die die Rückgänge im Verarbeitenden Gewerbe deutlich überkompensieren.

**Tabelle 5: Die Wirkungen des Aachener Szenarios auf die Beschäftigung. Abweichungen von der Baseline in 1000 Personen.**

| Jahr                                   | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
|--|------|------|------|------|
| Beschäftigung insgesamt:               | 231  | 804  | 957  | 753  |
| <b>Negativ betroffene Branchen:</b>    |      |      |      |      |
| Land- Forstwirtschaft,                 | -5   | -28  | -56  | -63  |
| Fischerei                              |      |      |      |      |
| Bergbau                                | 0    | -1   | -1   | -1   |
| Verarbeitendes Gewerbe                 | -34  | -223 | -464 | -530 |
| Elektrizitätserz.                      | 0    | -1   | -1   | -1   |
| <b>Positiv betroffene Branchen</b>     |      |      |      |      |
| Bau                                    | 17   | 150  | 236  | 219  |
| Handel, Reparatur                      | 31   | 166  | 256  | 263  |
| Hotels und Gastst.                     | 0    | 6    | 5    | 4    |
| Transport u. Kommunik.                 | 5    | 16   | 17   | 12   |
| Finanzdienstl.                         | 1    | 9    | 13   | 12   |
| Vermietung u. unternehmenssp. Dienstl. | 125  | 304  | 428  | 392  |
| Öffentliche und private Dienste        | 92   | 405  | 524  | 447  |

Quelle: Meyer, Distelkamp, Wolter (2007)

Der Rohstoffverbrauch nimmt im Basisszenario bis zum Jahr 2020 jährlich um durchschnittlich 0,6% zu und die durchschnittliche Jahreswachstumsrate des Bruttoinlandsprodukts wird in diesem Zeitraum bei 1,6% liegen. Daraus ergibt sich ein Wachstum der Ressourcenproduktivität von 1%. Im Aachener Szenario steigt die Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität von 2005 bis 2015 auf 2,9% an. Da das Wirtschaftswachstum aber ebenfalls zunimmt, kann das Niveau des Materialverbrauchs in 2015 nur knapp unter das Niveau des Jahres 2005 gedrückt werden. Tabelle 6 stellt die Entwicklung der Niveaugrößen beider Szenarien noch einmal gegenüber.



**Tabelle 6: Total Material Requirement in der Baseline und im Aachener Szenario in Milliarden Tonnen.**

|                   | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
|-------------------|------|------|------|------|
| Baseline          | 5,83 | 6,09 | 6,45 | 6,77 |
| Aachener Szenario | 5,77 | 5,69 | 5,66 | 5,85 |

Quelle: Meyer, Distelkamp, Wolter (2007)

Die Größe „Total Material Requirement“ umfasst die inländische Extraktion und den Import von Ressourcen zuzüglich der „unused domestic extraction“ (Aushub) und den in den importierten Produkten indirekt enthaltenen Rohstoffverbrauch (Rucksäcke). Die Maßnahmen sind also geeignet, Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch zu entkoppeln. Wegen des Rebound-Effektes des gesteigerten Wirtschaftswachstums, der ebenfalls durch die Maßnahmen ausgelöst wird, gelingt es aber nicht, das Ausgangsniveau des im Jahre 2005 realisierten Ressourcenverbrauchs zu unterschreiten. Gegenüber der Baseline wird allerdings eine Minderung des Ressourcenverbrauchs von 12,2% erreicht.

## 5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die gegenwärtige umweltpolitische Diskussion muss mit Sorge betrachtet werden. So erfreulich die - wenn auch langsamen - Fortschritte in Richtung auf eine global abgestimmte Klimaschutzpolitik sind, so umso bedenklicher muss uns die konkrete Ausgestaltung der diskutierten Maßnahmen stimmen. Es geht häufig darum, Technologien und Produkte einzusetzen, die zwar CO<sub>2</sub>-Emissionen vermeiden, aber dafür neue Probleme schaffen. Beispiele sind Biokraftstoffe, der Nuklearstrom und die CCS-Technologie, um nur die wichtigsten zu nennen. Wir haben gesehen, dass es Substitutionsprozesse sind, die angestoßen werden, nicht aber generelle Verhaltensänderungen im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch. Wir haben dafür plädiert, die theoretische Basis dieser Politik kritisch zu hinterfragen, und die auf die Vermeidung von Emissionen gerichtete Politik zu ersetzen durch eine Politik der Vermeidung von Extraktionen von Ressourcen aus der Natur.

Wegen der Brisanz der Klimaproblematik wird man entsprechende Ziele sicherlich ansteuern müssen, aber es ist unverzichtbar, dass parallel dazu das Ziel der Vermeidung des Ressourcenverbrauchs verfolgt werden muss. Als Vorgabe eines globalen Systems sollte bis 2050 in jedem Land der Erde der Rohstoffverbrauch von derzeit etwa 20 Tonnen pro Kopf auf 6 Tonnen reduziert werden. Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen sollten ausgehend von heute 5 Tonnen pro Kopf im Jahre 2050 nur noch 2 Tonnen pro Kopf realisiert werden. Der hier vorgetragene Politikvorschlag für ein globales System fordert ausgehend von heutigen Niveaus eines jeden Landes die Vorgabe eines linearen Zielpfades, der es möglich macht, Jahr für Jahr Abweichungen von den Zielvorgaben zu bestimmen. Ein Handel mit Rohstoffverbrauchs- bzw. CO<sub>2</sub>-Emissionsrechten sollte zwischen den Ländern eine solchen Systems eingerichtet werden, an dem aber nur die Länder, nicht deren Unternehmen teilhaben sollten. Die Gruppe derjenigen Länder, die sich für die Teilnahme an dem System entscheiden, beschließt die Besteuerung aller Güterimporte aus den nicht teilnehmenden Ländern, um Verzerrungen im internationalen Handel zu vermeiden.

Erreicht ein Entwicklungsland bzw. Schwellenland den durchschnittlichen Ressourcenverbrauch pro Kopf bzw. die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der teilnehmenden Länder, so unterliegen deren Exporte an die zum System gehörenden Länder gleichfalls der Ausgleichsabgabe.

Auf der nationalen Ebene ist ein Hybridsystem vorstellbar, in dem einerseits bereits bestehende Systeme Handelbarer CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte (inklusive CDM) mit Steuern ergänzt werden. Es erscheint als unwahrscheinlich, dass man trotz der hohen Kosten der Einrichtung und des Betriebs dieser Systeme eine Erreichung des Klimaziels allein mit diesem Instrument anstrebt. Dieses Argument gilt verstärkt im Fall des Instrumenteneinsatzes zur Erreichung des Rohstoffverbrauchszieles.

Die hohe Konzentration des Rohstoffverbrauchs auf wenige Technologien, Branchen und Produkte lässt vermuten, dass die beschriebenen Politikmaßnahmen sehr erfolgreich wirken können. Die Ergebnisse der Studie zu den Wirkungen eines Informationsprogramms zur Ernte der „low hanging fruits“ zeigen, dass eine Entkoppelung von Wachstum und Rohstoffverbrauch möglich ist. Der dabei entstehende Rebound-Effekt, der sich in einer Zunahme des Wachstums bemerkbar macht, macht allerdings einen Teil des Erfolges zunichte. Ob die Entkoppelung zwischen Wachstum und Rohstoffverbrauch auch bei den erforderlichen drastischen Reduktionen des Ressourceneinsatzes möglich sein wird, kann aus den vorliegenden Ergebnissen noch nicht gefolgert werden. Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

## LITERATUR

- Acosta, J., Schütz, H., Bleischwitz, R. & Bringezu, S. (2006): Ressourcennutzung nach Wirtschaftsbereichen. In: Aachener Stiftung Kathy Beys (ed.): Ressourcenproduktivität als Chance. Norderstedt.
- Almon, C. (1991): The INFORUM Approach to Interindustry Modeling. *Economic System Research* 3, pp. 1-7.
- Ayres, R. U. & Knees, A. V. (1969): Production, Consumption and Externalities. In: *The American Economic Review*, Vol. 59, No. 3, pp. 282-297.
- Barker, T. (1997): Taxing Pollution Instead of Jobs. In: O' Riordan, T. (ed.): *Ecotaxation*, London.
- Baumol, W. J. and Oates, E. O. (1998): *The Theory of Environmental Policy*. Second Edition, Cambridge.
- Binswanger, H. C. (1980): Modell einer umweltkonformen Marktwirtschaft – ein Weg zum qualitativen Wachstum. In: Küng, E. (Hrsg.): *Wandlungen in Wirtschaft und Gesellschaft*, Festschrift für W. A. Jöhr, Tübingen, S. 201-211.
- Boulding, K. E. (1981): *Evolutionary Economics*. Beverly Hills.
- Constanza, R. (1991): Assuring Sustainability of Ecological Economic Systems. In: Constanza, R. (ed.): *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*, New York. S. 331-341.
- Constanza, R., Daly, H. E., Bartholomew, J. A. (1991): Goals, Agenda, and Policy Recommendations for Ecological Economics. In: Constanza, R. (ed.): *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*, New York., S. 1-20.
- Daly, H. E. (1968): On Economics as a Life Science. *Journal of Political Economy* 76, S. 392-406.
- Daly, H. E. (1991): Elements of Environmental Macroeconomics. In: Constanza, R. (ed.): *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*, New York., S.32-47.
- Distelkamp, M., Meyer, B. & Wolter, M. I. (2006): Der Einfluss der Endnachfrage und der Technologie auf die Ressourcenverbräuche in Deutschland. In: Aachener Stiftung Kathy Beys (Hrsg.): *Ressourcenproduktivität als Chance*, Norderstedt.
- DEFRA (2008): DEFRA Information Bulletin 135/08 vom 8.5.2008
- Edenhofer, O. (2008): Ein 'Global Deal' für den Klimaschutz. In: Petermann, J. (Hrsg.): *Sichere Energie im 21. Jahrhundert*, Hamburg.
- Environmental Audit Committee (2008): *Personal Carbon Trading*. Fifth Report of Session 2007- 2008.
- Flachsland, Chr., Edenhofer, O. Jakob, M. & Steckel, J. (2008): *Developing the International Carbon Market. Linking Options for the EU ETS*. Report to the Policy Planning Staff in the Federal Foreign Office. Potsdam.

- Fischer, H., Lichtblau, K., Meyer, B. & Scheelhase, J. (2004): Wachstums- und Beschäftigungsimpulse rentabler Materialeinsparungen. *Wirtschaftsdienst* 4, S. 247-254.
- Fleming, D. (2007): *Energy and the Common Purpose* 3. rd edition. London.
- Jochem, E. (2004): Material Use, efficiency and substitution: Impact on energy demand. *Encyclopedia of Energy* 3, pp. 835-844.
- Lutz, C. & Meyer, B. (2009): Environmental and Economic Effects of Post-Kyoto Carbon Regimes. Results of Simulations with the Global Model GINFORS. *Energy Policy*, 37, (Erscheint demnächst).
- Meyer, B., Lutz, C. Wolter & M.I. (2009): The Global Multisector/Multicountry 3E-Model GINFORS. A Description of the Model and a Baseline Forecast for Global Energy Demand and CO<sub>2</sub>-Emissions. In: *International Journal of Global Environmental Issues*. (Erscheint demnächst).
- Meyer, B., Distelkamp, M. & Wolter, M.I. (2007): Material Efficiency and Economic-Environmental Sustainability. Results of Simulations for Germany with the Model PANTA RHEI. *Ecological Economics*, 63(1), pp. 192-200.
- Olmstead, S. M. & Stavins, R. N. (2006): An International Policy Architecture for the Post-Kyoto Era. In: *American Economic Review*, 96, pp. 35-38.
- Schmidt- Bleek, F.(2007): *Nutzen wir die Erde richtig? Von der Arbeit des Menschen und den Leistungen der Natur*, Frankfurt 2006.
- Stern, N. (2008): The Economics of Climate Change. *American Economic Review. Papers and Proceedings*, 98(2), pp 1-37.

