

Wirtschaftsdienst

Zeitschrift für Wirtschaftspolitik

Hamburgisches
Welt-Wirtschafts-Archiv
(HWWA)

HWWA
HAMBURG

Wachstums- und Beschäftigungsimpulse rentabler Materialeinsparungen

*von Hartmut Fischer, Karl Lichtblau,
Bernd Meyer sowie Janina Scheelhaase*



Springer

4 · 2004

Hartmut Fischer, Karl Lichtblau, Bernd Meyer, Janina Scheelhaase*

Wachstums- und Beschäftigungsimpulse rentabler Materialeinsparungen

Die Industrie ist ständig bestrebt, die Materialkosten von Produkten und den Materialeinsatz der Produktion zu senken. Welche gesamtwirtschaftlichen Effekte sind von einzelbetrieblich rentablen Materialeinsparungen zu erwarten? Unter welchen Bedingungen entstehen neue Arbeitsplätze?

Eine einzelbetrieblich rentable Materialeinsparung (Dematerialisierung) unserer Volkswirtschaft über den heutigen Trend hinaus hat starke positive gesamtwirtschaftliche Effekte. Sie stärkt die internationale Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Deutschland, schafft Wachstum, trägt zur Konsolidierung öffentlicher Haushalte bei und erhöht das Realeinkommen privater Haushalte. Wie bei jeder Produktivitätsverbesserung hängt der Arbeitsplatzeffekt einer rentablen Dematerialisierung auch von der begleitenden Lohnentwicklung ab.

Ungenutzte einzelbetriebliche Potenziale

Wegen der hohen Bedeutung der Materialdurchsatzkosten senkt die Industrie beständig den Materialdurchsatz durch Steigerung der Materialeffizienz von Produktion und Produkten. Je Euro Bruttosozialprodukt sank ihr Materialeinsatz zwischen 1960 und 1990 inflationsbereinigt um 42%¹. Dieser Trend zur „rentablen Dematerialisierung“ der industriellen Wertschöpfung ist weiterhin ungebrochen und lässt sich auch am Innovationspreis der deutschen Wirtschaft für 2002 ablesen: die prämierten Produkte überzeugten wesentlich durch Senkung der Materialdurchsatzkosten im Produktlebenszyklus².

Dennoch lassen sich in der Industrie noch deutlich mehr Potenziale erschließen. Alleine mit zwei Instrumenten senkt zum Beispiel die Unternehmensberatung Arthur D. Little GmbH die Materialdurchsatzkosten von Unternehmen regelmäßig um insgesamt 20%:

Dr. Hartmut Fischer, 44, ist Leiter der internen Managementberatung der DB Regio AG; Dr. Karl Lichtblau, 46, ist Geschäftsführer der Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH; Prof. Dr. Bernd Meyer, 57, ist Leiter des Fachgebiets Makroökonomische Theorie an der Universität Osnabrück und Geschäftsführer der GWS mbH; Dr. Janina Scheelhaase, 40, ist Leiterin des Marktfeldes Makroökonomie bei der PROGNOSE AG in Köln.

- Mit „Zero Loss Management“ werden Material- und Energieverluste in der Supply Chain durch verbesserte Kostentransparenz, Maßnahmenentwicklung in interdisziplinären Teams und strukturierte Kreativitätstechniken gesenkt. Zum Beispiel wurde an drei europäischen Eiskrem-Werken eines der großen Lebensmittelkonzerne die Materialausbeute durch Anpassung der Prozessparameter, stärker vorbeugende Instandhaltung und punktuelle Geräteinvestitionen erzielt. Mit Zero Loss Management werden die Herstellkosten regelmäßig um 5% gesenkt.

- Mit „Design-to-Cost“ werden Funktion, Kosten-Nutzen-Profil und Design von Produkten gemeinsam mit Produktentwicklung, Einkauf, Produktion, Kunden und Zulieferern neu erarbeitet. Zum Beispiel wurden bei einem Hersteller von Chemieanlagen die Life Cycle Costs der Anlagen durch eine intelligentere, materialsparende Konstruktion von Anlagenkomponenten sowie eine Steigerung der Energieeffizienz beim Anlagenbetrieb gesenkt. Mit Design-to-Cost werden die Life Cycle Costs regelmäßig um 15% der Herstellkosten gesenkt.

Diese jährlichen Einsparungen werden erfahrungsgemäß mit einem Einmalaufwand erzielt, der einen Payback von durchschnittlich zwölf Monaten hat. Etwa ein Drittel des Einmalaufwands besteht aus internem und externem Personalaufwand für Erarbeitung und Umsetzung der Maßnahmen, die anderen zwei Drittel bestehen aus Anlageinvestitionen.

Ähnliche Erfahrungen haben andere Managementberatungen mit vergleichbaren Methoden gemacht.

* Dieser Artikel entstand aus einem Auftrag der Aachener Stiftung an die Autoren, um das Thema Dematerialisierung in die Fachwelt und den politischen Raum zu tragen.

¹ F. Hinterberger, S. Renn, H. Schütz: Arbeit, Wirtschaft, Umwelt, Wuppertal Paper Nr. 89, Wuppertal 1999, S. 12.

² Manager Magazin: Spezial Innovationspreis, 16.1.2003, S. 64-83. MTU Aero entwickelte eine Flugzeugturbine mit reduziertem Energieverbrauch, Leica Microsystems verlängerte die Lebensdauer von teuren Optiken für die Qualitätskontrolle in der Chipproduktion, Solvent Innovation entwickelte ionische Flüssigkeiten, welche die Materialausbeute in der chemischen Industrie deutlich steigern.

Spezifische ingenieurtechnische Methoden sowie Technologien bieten weitere Potenziale³.

Hemmnisse

Bei derartigen Potenzialen drängt sich die Frage auf: warum werden sie in einer Marktwirtschaft nicht von den einzelnen Unternehmen bereits heute weitestgehend erschlossen?

Ganz allgemein gilt erfahrungsgemäß auch in der Industrie „nobody is perfect“. Kein Unternehmen ist und bleibt voll durchrationalisiert. Heute werden beileibe noch nicht alle Motivations- und Leistungspotenziale von Mitarbeitern erschlossen. Große Optimierungswellen der Vergangenheit (Qualitätsmanagement, Logistik-Optimierung, Outsourcing, Business Process Reengineering) hätten in wesentlichen Teilen auch Jahre früher durchgeführt werden können. Es hat aber erst eine kritische Masse an Bewusstsein, Methoden und qualifizierten Multiplikatoren erfordert, um die Potenziale auf breiter Front zu realisieren.

Insofern ist es nicht ganz überraschend, dass Potenziale der rentablen Dematerialisierung noch nicht voll erschlossen sind. Die Erfahrung aus der betrieblichen Praxis zeigt eine Reihe von konkreten strukturellen Hemmnissen, die einer rentablen Dematerialisierung entgegenstehen:

- Den betrieblichen Entscheidungsträgern ist in der Regel die volle Höhe der Kosten nicht bewusst, die in der Herstellung für Materialverluste⁴ und in der Produktnutzung für Materialverbrauch entstehen. Dies liegt mit daran, dass die üblichen Rechnungssysteme diese Kosten nicht oder nur unvollständig ausweisen.
- Kostensenkung wird vorrangig mit Personalkostensenkung assoziiert – und weniger stark mit der Senkung von Materialdurchsatzkosten. In vielen Fällen werden Materialkosten deshalb nicht so konsequent gesenkt wie Personalkosten. In einzelnen Fällen geht dies so weit, dass Personalbudgets so restriktiv gesteuert werden, dass für anderweitige Kostensenkung keine ausreichenden Kapazitäten vorhanden sind.
- Anreize für einen Betrieb führen nicht automatisch zu gleichgeschalteten Anreizen für betriebliche Entscheidungsträger. Einkäufer werden z.B. oft stärker nach Stückpreisen als nach den maßgeblicheren Life Cycle Costs der beschafften Anlagen und Materia-

lien gesteuert. Damit setzt sich auch überbetrieblich nicht immer die wirtschaftlichere Lösung durch. Der ZVEI schätzt, dass ein Einsatz des jeweils im Life Cycle wirtschaftlichsten Elektromotors in der deutschen Wirtschaft zweistellige Milliardenersparungen verschaffen würde.

- Die Mitarbeiter von Unternehmen verfügen nicht durchgehend über das Know how zur Ausschöpfung der vollen Potenziale rentabler Dematerialisierung. Die Methoden dazu sind nicht hochkomplex aber anspruchsvoll und gehören noch nicht zum Standard-Kanon der Hochschul- und betrieblichen Bildung.
- Der Zugang von Unternehmen zu Know how und Kapital zur Umsetzung der Potenziale über Contracting oder ähnlicher Risiko-Nutzen-Teilungen mit Dritten ist durch fehlende Modularisierung von Produktionssystemen sowie fehlende praktikable Standards für entsprechende Verträge und Messverfahren erschwert.

Diese Hemmnisse sind durch wirtschaftspolitisches Handeln in Verbindung mit einzelbetrieblichen Maßnahmen jedoch weitgehend beseitigbar. Der Staat kann durch Förderung entsprechender Medienberichte ein Bewusstsein für die Höhe und Beeinflussbarkeit der Materialdurchsatzkosten schaffen. Er kann durch spezielle Förderprogramme die breite Anwendung von Best Practice beschleunigen. Er kann darüber hinaus über seine eigene Beschaffung und Verbesserung der Verbraucherinformation zu Life Cycle Cost rentabel dematerialisierten Produkten und Dienstleistungen mehr Marktzugang und damit Verbreitung verschaffen. Und der Staat kann dafür Sorge tragen, dass jeder Hochschulabsolvent das ABC der rentablen Dematerialisierung in seinem Fach beherrscht.

Fragestellung

Wenn sich die Wirtschaftspolitik zur Beförderung rentabler Dematerialisierung einsetzen soll, ist eine Vorabquantifizierung der erzielbaren volkswirtschaftlichen Ergebnisse sinnvoll. Dazu hat die Aachener Stiftung Kathy Beys – in deren Fokus das Thema Dematerialisierung steht – eine Untersuchung in Auftrag gegeben, deren Ergebnisse in diesem Artikel vorgestellt werden.

Die Fragestellung dieser Untersuchung lautet: Welche Effekte auf den Umsatz der Privatwirtschaft, Beschäftigung und öffentliche Haushalte entstehen in Deutschland, wenn die beobachteten einzelbetrieblichen Effizienzreserven rentabler Dematerialisierung auf breiter Front in der Volkswirtschaft realisiert werden?

³ Siehe z.B. Fachverband Elektrische Antriebe im Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) e.V. (Hrsg.): Energiesparen mit elektrischen Antrieben – Einsparpotenziale in Milliardenhöhe, Frankfurt a.M. 1999.

⁴ Vor allem für Ausschuss, Abwasser und Abfall.

Wissenschaftliche Untersuchungen zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten einer rentablen Dematerialisierung liegen in Deutschland derzeit nach Kenntnis der Autoren nicht vor.

Zu den verwandten Vorgängen der einzelbetrieblich kostenneutralen Dematerialisierung sowie der rentablen Senkung anderer Kostenfaktoren als Materialdurchsatz werden ausgewählte, vorliegende Untersuchungen im Folgenden kurz zusammengefasst.

Untersuchungen einzelbetrieblich kostenneutraler Dematerialisierung

Die Prognos AG⁵ untersuchte in den Jahren 1997 bis 1999 im Auftrag von Greenpeace die Beschäftigungs- und Wachstumseffekte einer einzelbetrieblich kostenneutralen Dematerialisierung durch Verschiebung der Leistungserstellung aus materialintensive in weniger materialintensive Produktionstypen bzw. Branchen. Zum Beispiel wurde die Verlagerung von landwirtschaftlicher Produktion aus der konventionellen in die ökologische Landwirtschaft bzw. die Verlagerung von Verkehrsleistung vom Individualverkehr auf den ÖPNV modelliert. Bewertet wurden die Effekte im Jahr 2020 für Deutschland, die Schweiz und Österreich in einem zweistufigen Verfahren, das einen bottom-up Ansatz mit einem Input-Output-Modell kombiniert. Im Ergebnis führte eine Verringerung des Einsatzes von Material um 25% sowie von nicht erneuerbaren Energieträgern um 30% im Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 1990 in allen drei betrachteten Volkswirtschaften zu leicht positiven Beschäftigungseffekten. Für Deutschland errechnete sich ein Nettobeschäftigungseffekt in Höhe von gut 160 000 neuen Arbeitsplätzen. Die Modellierung ergab einen neutralen Effekt auf das Bruttoinlandsprodukt (BIP) der betrachteten Länder.

Meyer und Lutz⁶ analysieren, welche Effekte die in der Periode 1980 bis 1990 zu beobachtende Steigerung der Vorleistungsquote bei den so genannten „sonstigen marktbestimmten Dienstleistungen“ gehabt hat, einer heterogenen Gruppe in der unter anderem Unternehmensberatungen, Ingenieurbüros, Werbeagenturen und Gebäudereiniger zusammengefasst sind. Die Effekte werden durch Abgleich der Ist-Entwicklung mit der Simulation von Szenarien im komplexen ökonomischen Modell Pantha Rhei ermittelt, das aus circa 50 000 Gleichungen besteht,

⁵ PROGNOSE AG: Mehr Arbeitsplätze durch ökologisches Wirtschaften? Eine Untersuchung für Deutschland, die Schweiz und Österreich, Gutachten im Auftrag von Greenpeace, Hamburg u. a. 1999.

⁶ B. Meyer, C. Lutz: Ökoeffiziente Dienstleistungen und Materialverbrauch. Eine Simulationsstudie mit dem disaggregierten Modell PHANTA RHEI, in: F. Hinterberger, H. Schnabl (Hrsg.): Arbeit - Umwelt - Wachstum. Nachhaltigkeitsaspekte des sektoralen Strukturwandels, Norderstedt 2002, S. 190-228.

sektoral tief disaggregiert ist und dessen Parameter auf der Basis der Entwicklungen zwischen 1978 und 1994 ökonomisch geschätzt worden sind. Eines dieser Szenarien beschreibt de facto die Erhöhung des Materialeinsatzes um 10% bei gleichzeitiger Absenkung des Einsatzes „sonstige marktbestimmte Dienstleistungen“ um den gleichen Wert. Diese kostenneutrale Verschlechterung der Materialeffizienz senkt im Betrachtungszeitraum 1980 bis 1990 das BIP um 2,3% und die Lohnsumme um 2,4% mit leicht (0,2%) beschäftigungssteigernder Wirkung.

Diese Ergebnisse legen nahe, dass mit einzelbetrieblich kostenneutraler Dematerialisierung klar positive Effekte auf das BIP und die Lohnsumme erzielt werden können, jedoch nur schwach positive oder negative Beschäftigungsimpulse. Ähnliche Ergebnisse liegen aus Untersuchungen der gesamtwirtschaftlichen Effekte von Programmen zur Steigerung der Energieeffizienz vor⁷.

Untersuchung einzelbetrieblich rentabler Produktivitätssteigerungen

Die Einsparung von Material kann als eine Kostensenkung interpretiert werden, die zu einer Zunahme der Produktivität führt. Eine Dematerialisierung der Wirtschaft hat ähnliche Wirkungen auf die Beschäftigung wie Produktivitätssteigerungen. Eine Zunahme der Produktivität⁸ wiederum wird vor allem durch Produkt- oder Prozessinnovationen angeführt. Dazu gibt es eine Fülle empirischer Literatur⁹. Die drei wesentlichen Ergebnisse:

- Viele Untersuchungen¹⁰ kommen für Deutschland zu dem Ergebnis, dass Prozessinnovationen zu Beschäftigungseinbußen führen. Zu keinen eindeutigen Ergebnissen kommen Bellmann/Kohaut¹¹. Andere Studien¹² hingegen finden einen positiven Zusammenhang. Ein genauerer Vergleich der Un-

⁷ Vgl. hierzu z.B. S. Bach, C. Bork, M. Kohlhaas, C. Lutz, B. Meyer, B. Preatorius, H. Welsch: Die ökologische Steuerreform in Deutschland. Eine modellgestützte Analyse ihrer Wirkungen auf Wirtschaft und Umwelt, Berlin u.a.O. 2001; T. Barker: Achieving a 10 per cent cut in Europe's CO₂ emissions using additional excise duties: multilateral versus unilateral action E3ME, E3ME Working paper Nr. 29, Wien 1998; C. Böhringer, H. Welsch, A. Lösche: Environmental Taxation and Structural Change in an Open Economy - A CGE Analysis with Imperfect Competition and Free Entry, ZEW Discussion Paper Nr. 01-07, Mannheim 2001; RWI/ifo: Gesamtwirtschaftliche Beurteilung von CO₂-Minderungsstrategien, Untersuchungen des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung, Heft 19, Essen 1996.

⁸ Einen guten Überblick gibt die OECD in: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD): The Sources of Economic Growth in OECD Countries, Paris 2003.

⁹ Für einen breiten Überblick siehe F. Lehner, M. Baethge, J. Kühl, F. Stille (Hrsg.): Beschäftigung durch Innovation, München, 1998. Oder für eine kürzere Darstellung D. Beeker: Technischer Fortschritt und Beschäftigung, Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Beiträge zur Wirtschafts- und Sozialpolitik, Nr. 264, Köln 2001.

tersuchungen zeigt, dass ein positiver Einfluss von Prozessinnovationen auf Beschäftigung umso eher zu erwarten ist, je mehr sekundäre Kompensationseffekte (Preissenkungen, Qualitätsverbesserungen, Investitionserhöhungen, Lohnsenkungen etc.) berücksichtigt werden. Das ist ein sehr einleuchtendes Ergebnis. Auf der einzelwirtschaftlichen Ebene führen Rationalisierungen zumindest kurzfristig zu Beschäftigungseinbußen; bei einer gesamtwirtschaftlichen und eher mittelfristigen Betrachtung sieht dies anders aus, wenn die freiwerdende Beschäftigung wieder produktive Einsatzmöglichkeiten findet.

- Anders sieht es bei Produktinnovationen aus. Die Mehrzahl der Untersuchungen weisen hier einen positiven Zusammenhang zwischen Innovationen, also Produktivitätssteigerung und Beschäftigung auf.

Das Modell INFORGE

Die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen einer Dematerialisierung sind so komplex, dass sie nur mit Hilfe eines Modells sinnvoll erfasst und empirisch gemessen werden können. Dazu wird das Modell INFORGE (INterindustry FORecasting GERmany) verwendet.

INFORGE ist ein sektoral tief gegliedertes Prognose- und Simulationsmodell, das seit 1996 jährlich aktualisiert wird und in vielen Anwendungen eingesetzt worden ist¹³. Die dem vorliegenden Beitrag zu Grunde liegende Version basiert auf der neuen NACE Gliederung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes. INFORGE ist der ökonomische Teil des Modells Panta Rhei, das sich als Instrument zur Analyse umweltökonomischer Zusammenhänge bewährt hat¹⁴.

Die besondere Leistungsfähigkeit des Modells INFORGE beruht auf der INFORUM-Philosophie¹⁵. Sie ist durch die Konstruktionsprinzipien Bottom-up und

vollständige Integration gekennzeichnet. Das Konstruktionsprinzip Bottom-up besagt, dass jeder der 59 Sektoren der Volkswirtschaft sehr detailliert modelliert ist und die gesamtwirtschaftlichen Variablen durch explizite Aggregation im Modellzusammenhang gebildet werden. Das Konstruktionsprinzip vollständige Integration beinhaltet eine komplexe und simultane Modellierung, die die interindustrielle Verflechtung ebenso beschreibt wie die Entstehung und die Verteilung der Einkommen, die Umverteilungstätigkeit des Staates sowie die Einkommensverwendung der Privaten Haushalte für die verschiedenen Güter und Dienstleistungen.

Der disaggregierte Aufbau des Modells INFORGE schlägt sich in einer gewaltigen und dennoch konsistenten Informationsverarbeitung nieder: Die rund 40 000 Modellgleichungen sind in das vollständig endogenisierte Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen eingebettet. Das Modell weist einen sehr hohen Endogenisierungsgrad auf. Exogen vorgegeben sind im Wesentlichen einige wenige Steuersätze, das Arbeitsangebot und die Weltmarktvariablen des internationalen GLODYM-Systems, das eine Weiterentwicklung des globalen COMPASS-Modells darstellt¹⁶.

INFORGE ist ein ökonometrisches Input-Output-Modell, das als evolutorisches Modell angesprochen werden kann¹⁷. In den Verhaltensgleichungen werden Entscheidungs-routinen modelliert, die nicht explizit aus dem Optimierungsverhalten der Agenten abgeleitet sind, sondern beschränkte Rationalität zum

¹³ Vgl. zum Beispiel: K. Lichtblau, B. Meyer, G. Ewerhart: Komplementäres Beziehungsgeflecht zwischen Industrie und Dienstleistungen, in: *iw-trends*, 4/96 S. 1-24; bzw. D. Elixmann, A. Keuter, B. Meyer: Sectoral Employment Effects of the Evolution of the German Telecommunication Market, 1996-2005, in: *Communication Strategies*, Nr. 28, 4. Quartal 1997, S. 105-127; oder B. Meyer, G. Ewerhart: Lohnsatz, Produktivität und Beschäftigung. Ergebnisse einer Simulationsstudie mit dem disaggregierten ökonometrischen Modell INFORGE, in: H. Schnabl (Hrsg.): *Innovation und Arbeit: Fakten - Analysen - Perspektiven*, Tübingen 1997, S. 253-267; oder B. Meyer, G. Ewerhart, T. Siebe: Strukturwandel, Arbeitsplätze und Dienstleistungen. Analyse des sektoralen Strukturwandels in der Beschäftigung des IHK-Bezirks Münster für die Jahre 1978 bis 1996 und Prognose bis zum Jahr 2000. Gutachten im Auftrag der Industrie- und Handelskammer zu Münster 1998 oder B. Meyer, G. Ewerhart, T. Siebe: Tertiärisierung ohne wettbewerbsfähige Industriebasis?, in: *Raumforschung und Raumordnung*, Nr. 5/6-99; oder B. Meyer, G. Ahlert: Die ökonomischen Perspektiven des Sports. Eine empirische Analyse für die Bundesrepublik Deutschland, Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, Band 100, Schorndorf 2000; oder C. Lutz, B. Meyer, P. Schnur, G. Zika: Projektion des Arbeitskräftebedarfs bis 2015. Modellrechnungen auf Basis des IAB/INFORGE-Modells, in: *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (MittIAB)*, 3/2002, S. 305-326.

¹⁴ J. Frohn, P. Chen, B. Hillebrand, W. Lemke, C. Lutz, B. Meyer, M. Pullen: Wirkungen umweltpolitischer Maßnahmen. Abschätzungen mit zwei ökonometrischen Modellen, Heidelberg 2003.

¹⁵ C. Almon: The INFORUM-approach to Interindustry Modeling. *Economic Systems Research* 3, 1991, S. 1-7.

Hintergrund haben. Die Preise werden aus monopolistischem Preissetzungsverhalten erklärt. Die Zeit ist im Modell historisch und unumkehrbar. Die Kapitalstockfortschreibung generiert Pfadabhängigkeit.

Dem Input-Output-Ansatz wird gemeinhin eine nachfrageorientierte Modellierung zugesprochen. Dies trifft auf INFORGE allerdings nicht zu. Es ist zwar richtig, dass die Nachfrage in INFORGE die Produktion bestimmt, aber alle Güter- und Faktornachfragevariablen hängen unter anderem von relativen Preisen ab, wobei die Preise wiederum durch die Stückkosten der Unternehmen in Form einer Preissetzungshypothese bestimmt sind. Der Unterschied zu den allgemeinen Gleichgewichtsmodellen, in denen ein Konkurrenzmarkt modelliert wird, liegt in diesem Punkte in der unterstellten Marktform, nicht in der Betonung der einen oder der anderen Marktseite. Man kann es auch so formulieren: Die Unternehmen wählen aufgrund ihrer Kostensituation und der Preise konkurrierender Importe ihren Absatzpreis. Die Nachfrager reagieren darauf mit ihrer Entscheidung, die dann die Höhe der Produktion bestimmt. Angebots- und Nachfrageelemente sind also im gleichen Maße vorhanden.

Neben der in 59 Produktions- bzw. Wirtschaftsbereiche tief gegliederten Ebene der Input-Output-Rechnung enthält das Modell zur Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Variablen das Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der Bundesrepublik Deutschland. Dieses System enthält die gesamte Einkommensumverteilung einschließlich Sozialversicherung und Besteuerung zwischen Staat, Privaten Haushalten und Unternehmen und ermöglicht so die Berechnung der verfügbaren Einkommen, die wiederum wichtige Determinanten der Endnachfrage sind. Außerdem werden die Finanzierungssalden der institutionellen Transaktoren bestimmt. Damit ist insbesondere auch die staatliche Budgetrestriktion im Modell enthalten. Endogen eingebunden in dieses System ist somit die gesamte Fiskalpolitik. Die Geldpolitik - soweit sie Einfluss auf das Zinsniveau nimmt - ist gleichfalls endogen.

Die untersuchten Szenarien

Für den Untersuchungszeitraum wurde 2004 bis 2015 gewählt, als angemessene Laufzeit für ein politisches Programm, das Effizienzstrukturen in der Wirtschaft auf breiter Front verändern soll. Die Effekte der rentablen Dematerialisierung werden durch Vergleich

¹⁶ B. Meyer, K. Uno: COMPASS - Ein globales Energie-Wirtschaftsmodell, in: *ifo-Studien*, Nr. 45, 1999, S. 703-718; B. Meyer, C. Lutz: *Ökoeffiziente Dienstleistungen...*, a.a.O.

¹⁷ B. Meyer: *Strukturanalyse*, in: C. Herrmann-Pillath, M. Lehmann-Waffenschmidt (Hrsg.): *Handbuch Evolutorische Ökonomik*, Berlin 2003.

der Null-Variante (endogene Weiterschreibung des Status quo im Modell) mit den in 2015 erzielten Werten bei verschiedenen Szenarien ermittelt:

- Im Szenario I „Imperfekte Märkte“ erfolgt die rentable Dematerialisierung im Umfeld bisheriger in Deutschland praktizierter Lohn- und Preisbildung.
- Im Szenario II „Lohnwettbewerb“ wird - anders als in Szenario I - unterstellt, dass die Produktivitätsgewinne durch Dematerialisierung nicht zu höheren Löhnen führen, sondern die Lohnsteigerungen denen des Basisszenarios entsprechen.
- Im Szenario III „Preiswettbewerb“ wird - anders als in Szenario I - davon ausgegangen, dass der Wettbewerbsdruck die Unternehmen dazu zwingt, die Produktivitätsgewinne im Inland vollständig in Form niedrigerer Preise an die Kunden weiterzugeben. Die Lohnfindung erfolgt wie im Szenario I.

Szenarien II und III entsprechen nicht der bisher beobachteten Praxis in der Volkswirtschaft, zeigen aber auf, welche zusätzlichen Wohlstandsgewinne bei vollständigerem Wettbewerb auf Arbeits- und Gütermärkten erzielbar sind.

Allen Szenarien gemeinsame Annahmen

Zur Abbildung der Szenarien in INFORGE sind vereinfachende Annahmen notwendig. Die rentable Dematerialisierung wird in allen betrachteten Szenarien durch lineare Absenkung der Materialkosten je Produktionseinheit im Verarbeitenden Gewerbe und in der Öffentlichen Verwaltung um insgesamt 20% über den Untersuchungszeitraum abgebildet. Dies ist in mehrfacher Hinsicht eine konservative Annahme:

- Die betriebliche Praxis zeigt etwa doppelt so hohe Potenziale auf (20% der Herstellkosten anstatt 20% der Materialkosten).
- Die Szenarien begrenzen die Kosteneffekte auf die Produktion im Verarbeitenden Gewerbe und in der Öffentlichen Verwaltung. Damit sind zwar die Wirtschaftsbereiche mit dem größten Dematerialisierungspotenzial angesprochen, ein politisches Programm zur rentablen Dematerialisierung wird aber durch entsprechend optimierte Produkte und Know-how-Transfer auch auf andere Branchen wirken.
- Die Schaffung neuer Produkte wird in den Szenarien nicht explizit berücksichtigt. In der Realität wird ein breiter Schub in Richtung einer Dematerialisierung von Produktion und Produktnutzung nicht nur Kosten senken, sondern auch neue Produkte schaffen. Als Beispiel mag der Mobilfunk dienen, der erst durch Miniaturisierung der Mobiltelefone und der da-

mit einhergehenden Kostensenkung sowie leichteren Handhabung zum Massenmarkt werden konnte.

Da solche Effizienzgewinne nicht als „Manna vom Himmel“ fallen, sondern Innovationen und Investitionen in den Unternehmen erfordern, ist den jährlichen Einsparungen ein Einmalaufwand gegenüberzustellen, der zu 33% aus Nachfrage nach unternehmensnahen Dienstleistungen und zu 66% aus Anlageinvestitionen besteht. Dieser Einmalaufwand beträgt bei der Senkung von Materialkosten (50% der Gesamtkosten der Industrie) das Einfache und bei der Senkung von Energiekosten (2% der Gesamtkosten der Industrie) das Sechsfache einer jährlichen Einsparung. Diese Werte sind durch die oben angegebenen Erfahrungen in der Beratungspraxis sowie die Ergebnisse empirischer Untersuchungen belegt¹⁸.

Darstellung und Interpretation der Ergebnisse

Die Dematerialisierung hat zunächst zwei direkte Effekte: Zum einen vermindern sich die Kosten im Verarbeitenden Gewerbe und in der öffentlichen Verwaltung, zum anderen vermindert sich der Umsatz der Lieferanten des Materials, die wiederum vor allem im Verarbeitenden Gewerbe zu finden sind. Es wird also sowohl Gewinner als auch Verlierer der Dematerialisierung geben.

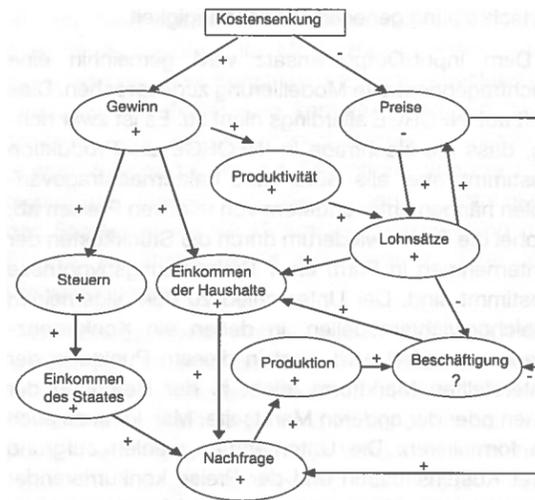
Die Kostensenkung hat viele komplexe indirekte Effekte, deren wichtigste Zusammenhänge in der Abbildung 1 schematisch dargestellt sind. Zunächst bewirkt die Kostensenkung eine Reduktion der Preise. Fällt die Preissenkung geringer aus als die Kostenreduktion, was in der Regel der Fall ist, so werden die Unternehmensgewinne steigen. Dies führt zu erhöhten Steuereinnahmen des Staates und Einkommenssteigerungen der privaten Haushalte. Beide Effekte beleben dann die Güternachfrage und damit Umsätze, Produktion und Beschäftigung.

Rein rechnerisch nimmt mit der Gewinnsteigerung auch die Wertschöpfung der Unternehmen je Beschäftigten – die so genannte Arbeitsproduktivität – zu. Diese ist mit der Preisentwicklung eine gleich wichtige Determinante der Löhne. Der durch die Dematerialisierung ausgelöste Preisrückgang drückt auch die Löhne, der Anstieg der Arbeitsproduktivität hebt dagegen die Löhne an. Da der Produktivitätsanstieg – wie noch zu zeigen sein wird – stärker ist als der Preisrückgang, ergibt sich per saldo ein Lohnanstieg.

Die Effekte auf die Beschäftigung sind nicht eindeutig. Die eingangs dargestellte Zunahme der Produktion belebt die Beschäftigung. Andererseits wurde festge-

¹⁸ Vgl. z.B. Prognos AG: Klimaschutz und Arbeitsplätze – Sind klimaschützende Maßnahmen ein sinnvoller Beitrag zur Arbeitsmarktpolitik?, Frankfurt am Main u.a.O. 2001.

Abbildung 1
Gesamtwirtschaftliche Wirkungen der Kostensenkung



stellt, dass der Lohnsatz zunimmt. Berücksichtigen wir noch den allgemeinen Preisrückgang, so folgt ein deutlicher Anstieg des Reallohnes, der sich negativ auf die Beschäftigung auswirkt. Gegenläufige Effekte ergeben sich dann auch auf das Einkommen.

Interpretation Szenario I (Imperfekte Märkte)

Die Ergebnisse entsprechen den diskutierten theoretischen Überlegungen (vgl. Abbildung 1). Die Produktivitätsgewinne induzieren einen Anstieg des Bruttoinlandsproduktes einschließlich aller Verwendungskomponenten (vgl. Tabelle 1). Das reale BIP liegt im Jahr 2015 um 10,5% über dem entsprechenden Wert der Basisprognose. Dies bedeutet im Jahr 2015 in absoluten Veränderungen gegenüber der Basisprognose für die

- **Wirtschaft:** Der Umsatz ist in konstanten Preisen um 152,4 Mrd. Euro höher, der Nettobetriebsüberschuss steigt in jeweiligen Preisen um 172,9 Mrd. Euro.
- **Arbeitnehmer:** Die Lohnsumme liegt nominal um 74,6 Mrd. Euro höher.
- **Öffentliche Haushalte:** Es kommt zu einer Entlastung von etwa 1,3 Mrd. Euro.

Auch der Konsum, die Investitionen und die Exporte weisen einen Anstieg auf. Die Importe gehen aufgrund der fallenden spezifischen Vorleistungsnachfrage und der verbesserten Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Unternehmen trotz des Anstiegs des realen Bruttoinlandsprodukts leicht zurück.

Insgesamt zeigen diese Resultate, dass mit einer rentablen Dematerialisierung Wohlfahrtssteigerungen in Form eines höheren Sozialproduktes und eines noch

Effekte der Dematerialisierung als Abweichungen zur Basisprognose im Jahr 2015

Variable	Szenario I Imperfekte Märkte	Szenario II Lohnwettbewerb	Szenario III Preiswettbewerb
Zu laufenden Preisen			
Relative Abweichungen in %			
Konsumgüterpreise	-1,87	-3,25	-7,17
Erzeugerpreise	-1,29	-2,55	-7,49
Lohnsatz	6,52	0,29	4,00
Arbeitsproduktivität	12,12	7,37	14,77
Zu konstanten Preisen			
Produktionswert	3,30	2,38	6,41
Bruttoinlandsprodukt	10,48	9,37	13,83
Privater Konsum	13,36	10,96	15,44
Staatskonsum	5,98	5,20	11,41
Ausrüstungsinvestitionen	3,71	3,33	5,95
Bauinvestitionen	3,25	2,87	4,44
Exporte	0,69	0,71	2,20
Importe	-2,07	-3,16	-2,50
Zu jeweiligen Preisen			
absolute Abweichungen in Mrd. Euro			
Finanzierungssaldo des Staates	1,28	21,24	-5,72
Absolute Abweichungen in Personen			
Erwerbstätige (auf 10 000 gerundet)	-480 000	760 000	-300 000

stärkeren Zuwachses des realen privaten Konsums verbunden sind. Subtrahiert man von der relativen Veränderung des Lohnsatzes (6,5%) die der Konsumgüterpreise (1,8%), so erhält man als Anstieg des realen Lohnsatzes einen Zuwachs von 8,3% gegenüber der Basisprognose: Für die Entlohnung einer Arbeitsstunde kann nun real 8,2% mehr an Konsumgütern gekauft werden. Die Steigerung der Materialeffizienz macht die Volkswirtschaft offensichtlich reicher.

Der Staat profitiert auf zweierlei Weise von der Dematerialisierung. Zum einen ist er direkt begünstigt, weil die Kosten in der öffentlichen Verwaltung durch die Senkung der Sachausgaben um knapp 3 Mrd. Euro pro Jahr sinken. Zum anderen wird er durch die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung begünstigt. Dem steigenden Steueraufkommen stehen allerdings höhere Soziallasten durch die niedrigere Beschäftigung gegenüber, so dass sich der Finanzierungssaldo des Staates nur relativ bescheiden um 1,3 Mrd. Euro verbessert.

Einige zentrale Ergebnisse des Szenario I bedürfen der weiteren Interpretation:

- **Trotz der Beschleunigung des Wirtschaftswachstums** ist die Zahl der Erwerbstätigen im Jahr 2015 um ca. 480 000 Personen niedriger als in der Basisprognose.

- **Im Szenario I** sinken die Herstellkosten für die deutschen Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe um ca. 10%. Die Konsumgüterpreise – die Produkte des Verarbeitenden Gewerbes und des Dienstleistungsgewerbes umfassen – fallen nur um 1,8%. Diese Diskrepanz ist nicht allein darauf zurückzuführen, dass die Dematerialisierung in der Simulationsrechnung sich auf das verarbeitende Gewerbe beschränkt; sie ist auch auf Marktunvollkommenheiten zurückzuführen.

Wie kann trotz der konstatierten allgemeinen wirtschaftlichen Belebung die Beschäftigung fallen? Zunächst sollte – wie bereits weiter oben angesprochen – nicht vergessen werden, dass ein direkter Effekt der Dematerialisierung auf die Beschäftigung negativ ist: Die Produzenten des Materials verlieren Umsatz und Beschäftigung. Die anderen Unternehmen profitieren zwar von einer Kostenentlastung und ferner von der Belebung der Güternachfrage, was positive Wirkungen auf die Beschäftigung hat. Dem gegenüber steht aber der bereits weiter oben diskutierte Lohnanstieg, der durch die Produktivitätssteigerung ausgelöst wird. Dieser Effekt entspricht der Lohnfindung, wie sie in der Realität auf dem deutschen Arbeitsmarkt praktiziert wird. Diese Ergebnisse decken sich ferner mit Aussagen der weiter oben zusammengefassten Literatur, dass Prozessinnovationen tendenziell zum Beschäftigungsabbau führen.

Ergebnisse Szenario II

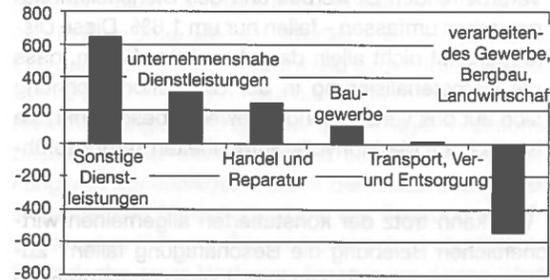
Man kann sich allerdings auch vorstellen, dass die Lohnfindung im Rahmen eines gesellschaftlichen Konsenses unabhängig von der Produktivitätssteigerung der Dematerialisierung stattfindet. Die Lohnzuwächse entsprechen dann denjenigen, die auch im Basiszenario realisiert werden. Alle anderen Annahmen bleiben unverändert.

Die Tabelle zeigt, dass die Wirkungen auf das Bruttoinlandsprodukt sich nur wenig von denen des Szenario I unterscheiden. In diesem Szenario ergibt sich aber ein erheblicher positiver Arbeitsmarkteffekt von ca. 760 000 zusätzlichen Arbeitsplätzen, weil der negative Beschäftigungseffekt des Lohnanstiegs entfällt.

Weitere Ergebnisse des Szenario II im Vergleich zum Basiszenario im Jahre 2015 sind:

- **Wirtschaft:** Der Produktionswert nimmt real um 2,4% bzw. 110,0 Mrd. Euro zu, der Nettobetriebsüberschuss steigt nominal um 163,6 Mrd. Euro.
- **Arbeitnehmer:** Die Lohnsumme steigt nun nominal nur noch um 22,3 Mrd. Euro. Allerdings fallen die Preise auch stärker als im Szenario I: Real verbessert sich die Position der Arbeitnehmer deutlich:

Abbildung 2
Die Arbeitsplatzeffekte des Szenario II
nach Branchengruppen
 (in 1000 Personen)



Bei nahezu unverändertem Nominallohn steigt der Reallohn durch den Rückgang der Konsumentenpreise um 3,0% und die Beschäftigung nimmt um ca. 756 000 Personen zu.

- Öffentliche Haushalte: Die Entlastung beträgt mit nominal 21,2 Mrd. Euro nun beträchtlich mehr als im Szenario I, weil die Soziallasten wegen der besseren Beschäftigungssituation nun deutlich niedriger sind.

Die Beschäftigungseffekte treffen natürlich nicht alle Branchen im gleichen Ausmaß, wie Abbildung 2 zeigt: Gewinner sind in jedem Fall die Dienstleistungsbranchen. Neben dem Handel, den unternehmensnahen Diensten handelt es sich vor allem um das Gesundheitswesen, Unterricht und Erziehung, Kultur, Sport und Unterhaltung sowie häusliche Dienste. Diese Branchen profitieren von der erhöhten Nachfrage, die durch die erhöhten Einkommen infolge der Dematerialisierung induziert wird. Dem steht der Rückgang der Beschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe gegenüber.

Ergebnisse Szenario III

In Szenario III werden die Produktivitätsverbesserungen abzüglich der gegenläufigen Lohnentwicklungen in Form von Preissenkungen voll an die Kunden weitergegeben. Hinsichtlich der Lohnfindung unterstellen wir dieselbe Verhaltensweise wie im Szenario I. Der Lohnsatz bestimmt sich also endogen.

Der Nutzen für Unternehmen, Arbeitnehmer und Staat liegt zunächst in einer deutlichen Verbesserung der Kaufkraft gegenüber den Szenarien I und II aufgrund einer Verringerung der Preise um 7,2%. Die expansive Wirkung auf das Bruttoinlandsprodukt ist nun am stärksten. Im Vergleich zum Basisszenario werden im Jahr 2015 ferner die folgenden Wirkungen erzielt:

- Wirtschaft: Der Produktionswert steigt real um 6,4% bzw. 195,5 Mrd. Euro an, der Nettobetriebsüberschuss nimmt nominal um 115,0 Mrd. Euro zu.

- Arbeitnehmer: Die Lohnsumme nimmt nominal um 38,6 Mrd. Euro zu, die Kaufkraft der Arbeitsstunde erhöht sich bei einem Rückgang der Konsumgüterpreise um 7,2% und bei einem Anstieg des Nominallohnsatzes um 4,0% um 11,2%. Die Beschäftigung geht allerdings wegen des starken Reallohnanstiegs um ca. 300 000 Personen zurück. Die Beschäftigungseinbuße ist wegen der kräftigeren allgemeinen wirtschaftlichen Expansion aber deutlich geringer als im Szenario I.

- Öffentliche Haushalte: Gegenüber Szenario II belasten den Staatshaushalt nun die höheren Sozialausgaben, so dass die Wirkung auf den Finanzierungssaldo des Staates mit -5,7 Mrd. Euro leicht negativ ist.

Ein stärkerer Preiswettbewerb im Binnenmarkt erhöht also den Nutzen einer rentablen Dematerialisierung und sonstiger Produktivitätsverbesserungen für Unternehmen, Staat und Arbeitnehmer und schafft im Vergleich zu Szenario I in einem begrenzten Umfang mehr Arbeitsplätze.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Berechnungen mit dem ökonometrischen Modell INFORGE haben ergeben, dass eine einzelwirtschaftlich rentable Steigerung der Materialeffizienz für die Volkswirtschaft insgesamt zu Produktivitätssteigerungen und Preissenkungen führt, die das Wirtschaftswachstum erhöhen und positive Realeinkommenswirkungen für die Unternehmen und Privathaushalte haben. Infolge der Unvollkommenheit der Gütermärkte sind die Preissenkungen dabei niedriger als der Produktivitätszuwachs.

Wenn der Lohnsatz entsprechend diesen Produktivitätszuwächsen steigt, würde sich trotz der Zunahme des realen Bruttoinlandsprodukts ein Beschäftigungsrückgang ergeben. Folgen aber die Lohnsätze den Pfaden, die sie ohne die Dematerialisierung genommen hätten, stellen sich deutliche Beschäftigungszuwächse ein.

Eng damit verknüpft sind die Wirkungen auf das Staatsbudget. Je nach Reaktion der Lohnsätze ergeben sich negative bzw. positive Effekte auf den Finanzierungssaldo der Sozialversicherungen, welche die unmittelbaren Wirkungen der rentablen Dematerialisierung auf die Ausgaben der öffentlichen Verwaltung deutlich übersteigen.

Die Effekte der hier modellierten rentablen Steigerung der Materialeffizienz auf den Arbeitsmarkt und dem Finanzierungssaldo des Staates hängen somit von der konkreten Ausgestaltung und arbeitsmarktseitigen Flankierung der Dematerialisierung ab.