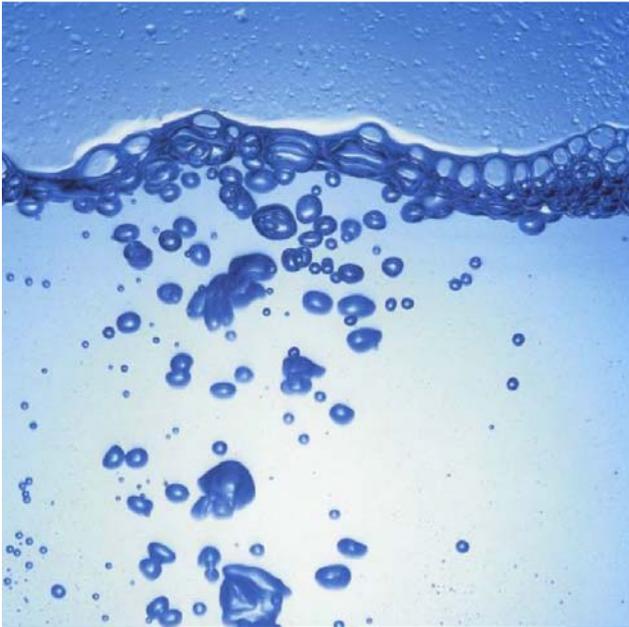




Ökologische Industriepolitik

Wirtschafts- und politikwissenschaftliche Perspektiven



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Umwelt
Bundes
Amt 
Für Mensch und Umwelt

Ökologische Industriepolitik

Wirtschafts- und politikwissenschaftliche Perspektiven

(Dokumentation des Workshops am 18.04.2008 in Berlin)

Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes
(Förderkennzeichen 3707 14 101 / 02)

Durchgeführt von

Freie Universität Berlin, Forschungsstelle für Umweltpolitik (FFU)

Autor:

Dr. Klaus Jacob

IMPRESSUM:

Herausgeber: Umweltbundesamt (UBA)
Postfach 1406, 06844 Dessau-Roßlau
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
www.umweltbundesamt.de

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
Referat Öffentlichkeitsarbeit, 11055 Berlin
E-Mail: service@bmu.bund.de
www.bmu.de

ISSN: 1865-0538

Projektbetreuung: Corinna Gather, Dr. Michael Bilharz, Umweltbundesamt (UBA)
Peter Franz, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit (BMU)

Projektleitung: Dr. Klaus Jacob, FU Berlin

Titelfoto: Q-Cells AG, BMU; Rupert Oberhäuser, ccvision GmbH

Stand: Januar 2009

Diese Publikation ist erhältlich unter: <http://www.umweltbundesamt.de>

Inhaltsverzeichnis

Ökologische Industriepolitik – wirtschafts- und politikwissenschaftliche Perspektiven <i>Klaus Jacob</i>	1
Die Ökologische Industriepolitik: Konzept, Ziele, Instrumente <i>Peter Franz und Stefan Tidow</i>	13
Effizienz und induzierter technischer Fortschritt in der Umweltpolitik: Eine wirtschaftstheoretische Perspektive <i>Alfred Endres</i>	19
Umweltpolitische Potentiale und Grenzen einer ökologischen Industriepolitik <i>Gernot Klepper und Nadine Heitmann</i>	33
Bedeutung politischer Instrumente für Entstehung und Diffusion von Umweltinnovationen aus theoretischer und empirischer Sicht <i>Jens Horbach</i>	43
Förderung von Umwelttechnik und Umweltdienstleistungen in „Emerging Markets“ am Beispiel Indiens <i>Michael von Hauff</i>	55
Umweltinnovation als Megatrend <i>Martin Jänicke</i>	67
Das soziale Kapital ökologischer Industriepolitik: Organisatorische und institutionelle Voraussetzungen eines ökologischen Strategiewandels <i>Franz Lehner</i>	87
Autorenverzeichnis	100

ÖKOLOGISCHE INDUSTRIEPOLITIK – WIRTSCHAFTS- UND POLITIKWISSENSCHAFTLICHE PERSPEKTIVEN

von Klaus Jacob

Die Kräfte des Marktes zur Lösung der drängenden Umweltprobleme zu nutzen ist ein nicht mehr völlig neuer Anspruch von Umweltpolitik. Er gewinnt neuen Antrieb einerseits durch neue Studien, die die Marktpotentiale umweltfreundlicher Güter betonen (z.B. Ernst & Young 2006; Roland Berger und BMU 2007; DTI und DEFRA 2006; Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung 2005). Andererseits geben Studien, die die erwartbaren ökonomischen Kosten von Umweltdegradation kalkulieren, der Entwicklung weiteren Schub (z.B. Stern 2007; European Communities 2008; United Nations Environment Programme und Global International Waters Assessment 2006). Die wachsende Nachfrage nach Rohstoffen aus Ländern wie China oder Indien, die damit verbundenen Preissteigerungen und die dort stark zunehmenden Umweltbelastungen unterstreichen die Verknüpfung von ökonomischen und ökologischen Entwicklungen.

Staaten auf der ganzen Welt entwickeln den Anspruch, die entstehenden Märkte für energie- und rohstoffeffizientere Güter, für erneuerbare Energien und nachwachsende Rohstoffe zu bedienen und dabei eine führende Rolle zu übernehmen (z.B. Deutschland mit Windkraft, Brasilien mit Bioethanol, USA und Japan mit Brennstoffzellen). Gleichzeitig beginnen viele Unternehmen, sich auf diese entstehenden Märkte und auf neue Knappheiten einzustellen (z.B. Toyota mit Hybridfahrzeugen, BP mit Biodiesel und Solarpaneelen). Nicht nur von Umweltakteuren, sondern auch zunehmend von Akteuren der Wirtschaft werden staatliche Maßnahmen gefordert, die weitere Anreize zur Entwicklung und zur Steigerung der Nachfrage nach umwelteffizienten Gütern geben.

Das Bundesumweltministerium entwickelt seit knapp zwei Jahren eine Konzeption „Ökologische Industriepolitik“, um diesen Anforderungen gerecht zu werden und die Entwicklungen weiter zu beschleunigen (BMU 2006; BMU 2008). Die zentralen Prämissen des Konzepts gehen davon aus, dass Umwelt- und Ressourceneffizienz im internationalen Wettbewerb eine immer wichtigere Rolle spielen werden.

Die zunehmende Knappheit von Ressourcen und die wieder häufiger diskutierten Fragen der Versorgungssicherheit – insbesondere im Hinblick auf die Energieversorgung – führen dazu, dass die Ökoeffizienz von Produkten verstärkt in den Blick von Staat und Unternehmen gerät. Dabei geht es nicht nur darum, Umweltbelastungen zu vermeiden, sondern auch darum, die Wettbewerbsfähigkeit der damit verbundenen Industrien zu verbessern.

Der vorliegende Band greift aus diesem Problemfeld wichtige Aspekte heraus und leistet damit einen Beitrag zur konzeptionellen Weiterentwicklung und zur Konkretisierung einer „Ökologischen Industriepolitik“. Er geht insbesondere der Frage nach, ob – angesichts bestehender und immer deutlicher werdender ökonomischer Anreize, mit Energie und Ressourcen sparsam umzugehen – staatliche Eingriffe (noch) notwendig sind. Soll in die entstehenden Märkte interveniert werden? Mit welchen Mitteln sollte dies geschehen? Was sind die Risiken und was die Chancen solcher Interventionen?

Die überwiegende Mehrheit der ökonomischen Denkschulen geht davon aus, dass der freie Austausch von Gütern auf Märkten die effizienteste Koordinationsform ist. Soweit knappe Güter einen Preis haben, wird auf Märkten die Verteilung so organisiert, dass die Wohlfahrtsgewinne für alle Beteiligten am höchsten sind. Ein regulierender Eingriff, der das Marktgeschehen beeinflusst, birgt das Risiko, dass Allokationen vorgenommen werden, die geringere Wohlfahrtsgewinne mit sich bringen, als dies im unregulierten Austausch der Fall

wäre. Aus dieser Sichtweise bedarf jeder Eingriff in das Marktgeschehen einer Legitimation. Nur wenn Märkte nicht aus eigenen Kräften eine effiziente Verteilung knapper Güter leisten können, sollte regulierend eingegriffen werden. Staatliche Eingriffe im Bereich der Umwelt- und Effizienztechnologien können durch die spezifischen Eigenschaften energie- und rohstoffeffizienter Güter gerechtfertigt werden, um ineffizienten Allokationen und Marktversagen entgegenzuwirken, wie im Folgenden deutlich wird.

Quellen des Marktversagens

Ein Marktversagen im Bereich von Umweltgütern kann unter folgenden Umständen erwartet werden:

- a) **Externe Effekte:** Jedes wirtschaftliche Handeln ist mit spezifischen Kosten und mit einem spezifischen Nutzen verbunden. Wenn Teile dieser Kosten-Nutzen-Bilanz nicht vom Marktpreis berücksichtigt werden, spricht man von externen Effekten. Diese können negativ (bei fehlender Berücksichtigung von Kosten) oder positiv (bei fehlender Berücksichtigung von Nutzen) sein. Werden z.B. Emissionen getätigt, ohne dass die dadurch entstehenden Schäden beglichen werden, liegen negative externe Effekte vor. Marktversagen durch externe Effekte kann zum einen dadurch entstehen, dass ein Umweltmedium (bisher) nicht als knapp angesehen wird und daher keine Nutzungsbeschränkungen vorgesehen sind (z.B. Emissionen von CO₂ in die Atmosphäre). Zum anderen kann der Grund für Marktversagen darin liegen, dass die Zurechnung von externen Effekten so aufwändig ist, dass sie technisch (z.B. wegen Messproblemen) oder juristisch (z.B. wegen Grenzüberschreitung) nicht oder nicht zu vertretbaren Kosten darstellbar ist.
- b) **„Spill-over“-Effekte durch Forschung und Entwicklung:** Unternehmen stehen im Wettbewerb und haben einen Anreiz, ihre Verfahren und Produkte kontinuierlich zu verbessern und damit Preis- oder Qualitätsvorteile gegenüber ihren Mitbewerbern zu erzielen. Allerdings sind mit den Aufwendungen für Forschung und Entwicklung auch Risiken verbunden, da der Markterfolg keineswegs gewiss ist. Diese Risiken können Unternehmen dadurch verringern, dass sie andere Unternehmen vorangehen lassen und deren Markterfolg oder -misserfolg beobachten. Auf diese Weise können sie als „second mover“ von den Erfahrungen anderer profitieren. Diese mit Forschung und Entwicklung verbundenen „spill-over“-Effekte durch „first mover“ führen dazu, dass der Aufwand für Forschung und Entwicklung unter dem gesamtwirtschaftlich wünschenswerten Niveau bleibt. Bei Umweltinnovationen kommen – neben diesen allgemeinen „Spill-over“-Effekten – noch weitere positive Externalitäten hinzu (Rennings 2000): Die durch die Umweltinnovation verbesserte Umweltqualität kommt als öffentliches Gut nicht alleine dem Innovateur, sondern allen zugute. Das Hoffen auf die Beiträge der anderen und die Angst, dass auch andere Unternehmen von den eigenen Aufwendungen in Forschung und Entwicklung profitieren könnten, führt dazu, dass das Niveau der Investitionen in Forschung und Entwicklung in einem Markt ohne staatliche Politik unter dem volkswirtschaftlich Wünschenswerten bleibt.
- c) **Informationsasymmetrien und -defizite:** Wenn Informationen asymmetrisch verteilt sind, kann dies ebenfalls zu Marktversagen und damit zu einer Fehlallokation von Ressourcen führen. Dies ist z.B. der Fall, wenn Anwender weniger über Gefährlichkeitsmerkmale von Chemikalien wissen als Hersteller. Dadurch berücksichtigen sie die Folgekosten der Verwendung von Chemikalien nicht vollständig. In die gleiche Richtung wirken Informationsdefizite. Diese ergeben sich allerdings im Gegensatz zu Informationsasymmetrien aus der begrenzten Rationalität (Simon 1959) der handelnden

den Akteure. Entgegen der Annahmen ökonomischer Theorie zeigen empirische Studien die Grenzen des Wissens und damit auch des ökonomisch rationalen Verhaltens von Marktteilnehmern auf.

- d) **Infrastrukturen und Pfadabhängigkeiten:** Investitionen – etwa in Infrastrukturen oder in ungewisse, radikale Innovationen –, die den Zeithorizont der Renditeerwartungen privater Akteure übersteigen oder die dazu führen, bestehende technologische Pfade zu verlassen, bedürfen unter Umständen ebenfalls der staatlichen Unterstützung und Absicherung, weil sie sonst unterbleiben würden. In Bereichen wie Verkehr und Energie stabilisieren sich Technologiewahl und Infrastruktur gegenseitig. Um strukturelle Innovationen herbeizuführen, muss diese Dynamik durch politische Interventionen überwunden werden. Zudem ist die politische Vertretung von traditionellen Technologien und den damit verbundenen Branchen einflussreicher positioniert, als die von neuen, noch weniger etablierten Technologien. Dies bedeutet nicht, dass der Staat alleine die damit verbundenen Leistungen, etwa in Verkehrsinfrastrukturen oder in Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen, erbringen muss. Allerdings bedarf es langfristiger Garantien, regulativer Absicherungen oder Co-Finanzierungen, um private Akteure zu Investitionen in Technologien zu motivieren, die erst langfristig Renditeaussichten versprechen.

Dieser Befund, dass Märkte die Knappheiten von natürlichen Ressourcen nicht ausreichend reflektieren und mithin Effizienzpotentiale verschenkt werden, wird auch durch eine Reihe von empirischen Arbeiten gestützt. Zahlreiche Fallstudien zu Umweltinnovationen belegen, dass Markteinführung und Diffusion typischerweise von staatlicher Regulierung abhängen (Jänicke 2008; Jacob et al. 2005; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung et al. 2007; Ernst & Young 2006). Die vom Markt vermittelten Signale zur Einsparung von Ressourcen und Energie sind vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Mechanismen des Marktversagens nicht ausreichend, um mehr als inkrementelle Verbesserungen hervorzubringen. Die Frage ist weniger, ob der Staat überhaupt eingreifen soll – wie dies pointiert von Bardt (2008) formuliert worden ist – sondern mit welchen Mitteln staatliche Interventionen am effektivsten und effizientesten erfolgen sollen. Staatliche Intervention ist nicht nur notwendig, sondern auch empirisch evident und hat bereits in zahlreichen Fällen zur Entwicklung, Markteinführung und Diffusion von Umweltinnovationen beigetragen.

Technologieorientierte Umweltpolitik und Wettbewerbsfähigkeit

Staatliche Aktivitäten können mit Mitteln der Technologiepolitik (z.B. Förderung) oder der Umweltpolitik (z.B. Standardsetzung) bestimmte Technologien oder Technologiefelder unterstützen oder initiieren. Für solche technologiespezifischen Ansätze gibt es eine Vielzahl von Beispielen aus der Vergangenheit: Filter- und Reinigungstechnologien (z.B. Rauchgasentschwefelung bei Kraftwerken, Katalysatoren bei Pkw, Technologien der Abwasserreinigung), Energietechnologien (z.B. Windkraft, Photovoltaik), Wärmedämmung an Häusern (z.B. Passivhäuser) ebenso wie effiziente Autos (z.B. 3-Liter-Auto).

Mit diesen Politiken und Technologien waren und sind auch Diskussionen hinsichtlich der Wettbewerbsfähigkeit von Industrien verbunden. Während einige Akteure und Analysten auf die mit der Technologieentwicklung verbundenen Kosten verweisen und darin Wettbewerbsnachteile sehen, gibt es zahlreiche Hinweise von gegenteiligen Effekten: Sei es, dass mit den Technologien Ressourceneinsparungen verbunden sind, die die Kosten kompensieren, oder dass damit neue und unter Umständen auch internationale Märkte erschlossen werden. Letzteres gilt insbesondere dann, wenn umweltpolitische Standards von anderen Staaten übernommen werden. Dies ist der Kern der Porter Hypothese, nach der Regulierungs-

maßnahmen die internationale Wettbewerbsfähigkeit der betroffenen Unternehmen stärken können (Porter und van der Linde 1995; Taistra 2001). Die empirischen Befunde zur Porter Hypothese sind allerdings nicht eindeutig (Jaffe et al. 1995; Bernauer et al. 2007). Dennoch gibt es vielfache Evidenz aus Fallstudien, die auch die ökonomischen Potentiale umweltfreundlicher Technologien belegen. Davon unberührt ist die Notwendigkeit zur Effizienzsteigerung und Ressourceneinsparung evident.

Merkmale einer Ökologischen Industriepolitik

Eine Politik zur weitergehenden Ausschöpfung dieser Potentiale kann einerseits auf die Umweltschutzindustrie im engeren Sinne fokussieren. Diese Branche stellt Technologien und Dienstleistungen bereit, die primär darauf abzielen, die Umweltqualität zu verbessern oder die Umweltperformanz anderer Branchen und ihrer Technologien zu steigern. Dafür stellt sie Mess-, Sortier-, Reinigungs-, Filter-, Recycling- und andere Technologien bereit. Dieser Wirtschaftszweig ist schwer abgrenzbar, weil er statistisch nicht einer Branche zugerechnet werden kann und sich auf unterschiedliche Wirtschaftszweige verteilt.

Darüber hinausgehend kann eine ambitionierte Politik aber auch die Umweltschutzindustrie im weiteren Sinne adressieren. Dies betrifft Technologien, die nicht in erster Linie oder gar ausschließlich auf die Verbesserung der Umweltqualität abzielen, sondern Technologien, die primär andere Zwecke erfüllen: Technologien für Mobilität, Häuser, Elektronik, Lebensmittel oder andere. Diese Technologien helfen, unterschiedliche Bedürfnisse mit weniger Ressourcen- und Energieverbrauch zu befriedigen. Vor dem Hintergrund der zunehmenden Verknappung von Energieträgern und Rohstoffen und den damit verbundenen steigenden Preisen ist davon auszugehen, dass die ökonomische Bedeutung derartiger Technologien stark wachsen wird. Dies gilt beispielsweise für energieeffiziente Autos oder Flugzeuge ebenso wie für rohstoffsparende Bauweisen.

Es ist nahe liegend, dass Umweltpolitik, die sich nicht nur auf die Umweltschutzindustrie im engeren Sinne beschränkt, einen weiter gefassten Anspruch beinhaltet. Sie hat nicht nur wie im Falle der technologieorientierten Umweltpolitik einzelne Technologien, sondern ganze Industriezweige und letztlich die Rahmenbedingungen für die gesamte Industrie im Blick. Dieser geweitete Blick soll hier mit dem Begriff der Ökologischen Industriepolitik verdeutlicht werden. Eine solche ökologische Industriepolitik kann einerseits als eine sektorale Industriepolitik konzipiert werden, die auf die Entwicklung einer Umweltschutzbranche abzielt. Andererseits kann sie als horizontale Industriepolitik die Rahmenbedingungen für die Industrie als Ganzes beeinflussen. Beide Konzeptionen schließen sich nicht gegenseitig aus. Sie betonen den langfristigen Wandel von Industriestrukturen an Stelle der Pflege von ökologischen Nischen. Ökologische Industriepolitik kann in diesem Sinne auch als ökologische Wettbewerbspolitik verstanden werden.

Neben dem über einzelne Technologien hinausgehenden Fokus gibt es noch weitere Merkmale und Notwendigkeiten einer umfassenden ökologischen Industriepolitik: Technologieorientierte Umweltpolitik hat sich bisher wenig um die industriestrukturellen Belange umwelttechnischer Neuerungen gekümmert. Dazu gehört auch der Umgang mit Modernisierungsverlierern. Eine Politik, die Branchen selektiv fördert und eine Neubewertung von Produkten und Investitionen unter Umweltgesichtspunkten nach sich zieht, wird auf den Widerstand der betroffenen Branchen und Unternehmen treffen. Es geht nicht mehr nur darum, einzelne Produktlinien mit spezifischen Umweltauflagen mehr oder weniger zu „belasten“, sondern es geht im Rahmen einer Ökologischen Industriepolitik darum, alte umweltschädliche gegen neue umweltfreundlichere Produktlinien auszutauschen (z.B. Ersatz

von Kohlekraftwerken durch erneuerbare Energien). Damit werden traditionelle Branchen nicht am Rande, sondern in ihren Kerninteressen berührt. Zudem treten neue Akteure auf.

Die Konzeption einer Ökologischen Industriepolitik geht über den nationalen Rahmen hinaus. Sie muss den Rahmenbedingungen Rechnung tragen, die durch den einheitlichen europäischen Markt und durch internationale Abkommen gesetzt werden. Dies beinhaltet sowohl Hemmnisse als auch Chancen. Einerseits sind zahlreiche relevante Politiken einschließlich der Umweltpolitik, aber auch Handels-, Wirtschafts- und Innovationspolitiken in weiten Teilen europäisiert. Hierdurch ist der nationale Gestaltungsspielraum stark eingeschränkt. Andererseits erwächst daraus die Chance, dass umwelteffiziente Güter große Märkte erreichen. Wenn Umweltaspekte in die Mechanismen des Welthandels und in die Standardisierung von Produkten und Dienstleistungen integriert werden, entsteht daraus potentiell sogar eine wechselseitige Verstärkung (Oberthür und Gehring 2006; Gehring 2007). Umwelttechnologien, die ihre technische und ökonomische Machbarkeit demonstrieren haben, treffen auch auf eine globale Nachfrage, weil Umweltprobleme globalen Charakter haben oder doch gleichartig auftreten.

In Tabelle 1 sind die Unterschiede zwischen einer technologieorientierten Umweltpolitik, einer Ökologischen Industriepolitik und einer generischen Industriepolitik zusammengefasst.

Tabelle 1: Abgrenzung ökologischer Industriepolitik

	Technologieorientierte Umweltpolitik	Ökologische Industriepolitik	Industriepolitik
Technologischer Fokus	Umwelttechnik und integrierte Technik in Nischenmärkten	Umwelttechnik und integrierte Technik in Massenmärkten	Technik allgemein
Legitimation	Vorsorgeprinzip, externe Kosten	Umwelteffizienz, Wettbewerbsfähigkeit	Wettbewerbsfähigkeit
Ziele	öko-effiziente Technik entwickeln und anwenden	ökologische Zukunftstechnologien entwickeln, internationalen Marktzugang schaffen	Wettbewerbsfähigkeit verbessern, internationalen Marktzugang schaffen, nationale Unternehmen stärken
Hauptakteure	Umweltministerium, Wirtschaft, Umweltverbände	Umweltministerium, weitere Ressorts, Sozialpartner, Innovateure	Wirtschaftsministerium, weitere Ressorts, Sozialpartner
Weitere Politikfelder	Wirtschaft, Verkehr, Energie, Landwirtschaft	Forschung/Bildung, Wirtschaft, Energie, Arbeit, Außen	Forschung/Bildung, Arbeit, Außen
Zeithorizont	kurz- und mittelfristig	langfristig	mittel- und langfristig

Quelle: Jacob, Hertin (2006)

Grenzen ökologischer Industriepolitik

Staatliches Handeln hat aber auch Grenzen. Dies belegen nicht zuletzt frühere erfolglose industriepolitische Interventionen. Wichtige Einschränkungen bestehen in folgender Hinsicht:

- **Begrenztes Wissen in Bezug auf Innovationen:** Innovationsprozesse sind grundsätzlich ungewiss. Technologische 'Gewinner' sind weder präzise vorhersagbar noch politisch zu erzwingen. Staatliche Akteure haben in der Regel ein Informationsdefizit gegenüber Unternehmen. Die notwendigen Entscheidungen, ob und wie bestimmte Technologien oder Technologiebereiche zum Gegenstand von konzentrierter Förderung gemacht werden sollen, müssen daher im engen und offenen Dialog zwischen Staat und Wirtschaft getroffen werden. Statt sich auf nationale Champions festzulegen, sollte ökologische Industriepolitik Portfolios von Technologien fördern. Damit wird einerseits das Risiko gemindert, ausschließlich in erfolgreiche Technologien zu investieren. Andererseits ist eine Diversifizierung der Förderung notwendig, um einen Wettbewerb zwischen verschiedenen Technologien zu stimulieren.
- **Langfristigkeit:** Industriepolitik muss, zumal wenn sie wichtige, bestehende Industriezweige betrifft, langfristig angelegt sein und sich über einzelne Innovations- und Investitionszyklen hinaus erstrecken. Aber analog zu Unternehmen, die sich eher an kurzfristigen Zielen orientieren, gibt es auch bei staatlichen Akteuren Grenzen der Langfristorientierung. Sowohl Wahlzyklen als auch Haushaltsplanungen begrenzen den Zeithorizont politischer Programme. Wenn Kosten in der Gegenwart anfallen, ein Nutzen aber erst in ferner Zukunft entsteht, ist die politische Durchsetzbarkeit schwierig.
- **Koordination und Kohärenz:** Eine ökologische Industriepolitik betrifft zahlreiche unterschiedliche Politikfelder und benötigt Beiträge aus verschiedenen Ressorts und von unterschiedlichen Ebenen politischen Handelns. Moderne Staaten erstellen viele verschiedene Leistungen und verfolgen dabei ein Bündel unterschiedlicher Ziele. Dabei werden auch miteinander konkurrierende oder sogar widersprüchliche Ziele institutionalisiert. Das zwingt zu Kompromissen, die oft zu Lasten von Klarheit und zu Lasten des Anspruchsniveaus von politischen Zielen gehen. Die Koordination von politischen Programmen ist aufwändig und nicht durchgängig erfolgreich. Relativ schwache Ressorts (gemessen in Bezug auf Budget, Zuständigkeiten, Bedeutung der Zielgruppen oder Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit) benötigen oft die Unterstützung der politischen Spitzen, um sich gegen andere Ressorts durchzusetzen. Die wachsende Bedeutung der europäischen und internationalen Politik für die nationale Ebene und die Notwendigkeit der Abstimmung mit den Bundesländern verschärfen die Problematik von Koordination und Kohärenz.

Nicht nur das Aufgabenpensum, sondern auch die mit einer ökologischen Industriepolitik verbundenen Schwierigkeiten sind demnach umfassend. Eine Konzeption ökologischer Industriepolitik, die über die Förderung von Einzeltechnologien hinausgeht und die die Rahmenbedingungen von einzelnen Branchen oder der gesamten Industrie wirksam beeinflusst, ist eine politische Herkulesaufgabe, die über die bisherigen umweltpolitischen Anstrengungen hinausgeht. Vor diesem Hintergrund ist zu diskutieren, welche Instrumente zu einer wirksamen Umsetzung bereit stehen.

Instrumente einer ökologischen Industriepolitik

Im Kern zielt eine ökologische Industriepolitik darauf ab, umwelteffiziente Technologien nicht nur in Nischenmärkten zu entwickeln, sondern in den großen, volkswirtschaftlich relevanten Branchen das Innovations- und Investitionsgeschehen in diese Richtung zu lenken. Kein Instrument allein kann die notwendigen Impulse für die Entwicklung und Diffusion von ökologischen Zukunftstechnologien geben. Dafür sind die zugrunde liegenden Probleme, die verschiedenen involvierten Akteure, die Technologien und die damit verbundenen Hemmnisse zu vielfältig. Eine erfolgreiche Markteinführung kann nur durch einen breiten Mix von Instrumenten aus verschiedenen Bereichen gelingen wie Ordnungsrecht, Steuerpolitik, Markteinführungsprogramme, Forschungsförderung und anspruchsvolle Umweltpolitik. Viele dieser Instrumente sind nicht neu, können jedoch innovationsfreundlicher gestaltet und im Hinblick auf industriestrukturelle Wirkungen verbessert und aufeinander bezogen werden.

Während eine technologieorientierte Umweltpolitik vor allem auf der Angebotsseite für Umwelttechnologien ansetzt und mit Instrumenten der Forschungsförderung Technologieentwicklung unterstützt, wird in der neueren Literatur vielfach die Notwendigkeit nachfrageseitiger Innovationspolitiken betont. Dies gilt insbesondere dann, wenn es darum geht, Systemwechsel zu initiieren, wie dies bei einer ökologischen Industriepolitik intendiert ist (Edquist und Hommen 1999; Smits und Kuhlmann 2004).

Für die Steigerung der Nachfrage nach umweltfreundlichen Gütern steht eine Reihe von unterschiedlichen Instrumenten zur Verfügung:

- a) **Definition von Normen für innovative Technologien:** Die frühe Erarbeitung von technischen Normen sichert die Marktbedingungen und reduziert die Unsicherheit für Innovateure. Zugleich wird die technologische und ökonomische Machbarkeit für andere Länder demonstriert. Die Entwicklung von technischen Normen ist nur in begrenztem Maße in der Verantwortung staatlicher Akteure. Jedoch können diese als Mediatoren und Initiatoren für eine Normierung aktiv werden. Eine Möglichkeit dazu sind Label, mit denen sowohl private als auch öffentliche Akteure spezifische Aspekte von Innovationen standardisieren können.
- b) **Produktregulierung:** Ein weitergehender Eingriff zur Beeinflussung der Nachfrage nach umwelteffizienten Produkten besteht im Erlass von bindenden Standards. Es ist in der Literatur gut dokumentiert, dass ambitionierte Produkt- und Performanzstandards in vielen Fällen eine innovationsstimulierende Funktion haben bis hin zur Erzwingung von Technologien, und dass dadurch die Marktbedingungen für Innovationen gesichert werden.
- c) **Öffentliche Beschaffung:** Öffentliche Akteure haben eine erhebliche Kaufkraft, die verstärkt dazu genutzt werden kann, Umweltinnovationen zu unterstützen, Skaleneffekte zu erzielen und Lernkosten zu finanzieren.
- d) **Schutz von Innovationen:** Ein wirksamer Patentschutz ist ein wichtiger Anreiz für Unternehmen, in Forschung und Entwicklung zu investieren. Jedoch kann damit auch die Diffusion von Innovationen eingeschränkt werden. Der Schutz von geistigem Eigentum kann in Kombination mit Förderpolitiken auch strategisch genutzt werden, etwa durch Anforderungen zur privilegierten Patentlizenzierung innerhalb von geförderten Innovationsclustern.
- e) **Internationale Diffusion von Innovationen:** Die Unterstützung der internationalen Diffusion von Innovationen ist ein weiteres wichtiges Aktivitätsfeld, um die Nachfragebedingungen nach umweltfreundlichen Technologien zu beeinflussen. Die Aktivitäten bestehen unter anderem in der Unterstützung für den Export. Dies kann von

Marktstudien bis hin zu Subventionen reichen. Ein weiterer Aspekt ist die internationale Ausbreitung von Regulationen oder die Beeinflussung internationaler Regulationen, die die Marktbedingungen für umwelteffiziente Technologien verbessern.

Diese Aufzählung von Ansatzpunkten einer nachfrageorientierten ökologischen Industriepolitik ist nicht erschöpfend, sondern soll vor allem bisher wenig genutzte Ansatzpunkte verdeutlichen. Im Vergleich zu einer angebotsorientierten Technologiepolitik, die vor allem auf Forschungsförderung basiert, sind die Ansatzpunkte einer nachfrageorientierten Politik potentiell konflikträchtiger, da sie mit einer Umverteilung von Mitteln verbunden sind.

Eine ökologische Industriepolitik hat im Unterschied zu einer technologieorientierten Umweltpolitik auch nicht alleine die Technologieentwicklung zum Gegenstand, sondern zielt auf eine möglichst weitgehende Marktdurchdringung und gegebenenfalls sogar auf die internationale Diffusion der jeweiligen Innovationen. Damit geraten weitere Phasen des Marktgeschehens in den Blickpunkt. Nicht alleine die Entwicklung von Technologien und der Marktzugang, sondern auch die Diffusion und der Export sind Gegenstand der Förderung. Dafür kann das gesamte Repertoire politischer Instrumente genutzt werden (Förderungen, ökonomische Instrumente, Ordnungsrecht, informationelle Instrumente und Regulationen). Eine ökologische Industriepolitik kann sich mithin aus einem umfassenden Instrumentarium bedienen. Die unten stehende Übersicht fasst die Überlegungen noch einmal zusammen, erhebt aber nicht den Anspruch auf Vollständigkeit (Tabelle 2).

Hintergrund der Publikation und Ausblick

Die Notwendigkeiten, Grenzen und Möglichkeiten sowie die konkrete Instrumentierung von ökologischer Industriepolitik sind Gegenstand von sowohl wissenschaftlichen als auch politischen Diskussionen. Ökonomen und Politikwissenschaftler können auf einen reichhaltigen Fundus zu diesen Fragen aufbauen. Wenn eine ökologische Industriepolitik jedoch – wie hier argumentiert wird – die Grenzen traditioneller Umweltpolitik nicht nur rhetorisch, sondern auch in der Substanz hinsichtlich von Zielen, adressierten Akteuren, Institutionen und Instrumenten überschreitet, hat dies weitreichende Implikationen für die Forschung, die solche Prozesse unterstützt. Dazu soll dieser Band einen Beitrag leisten.

Die Beiträge des vorliegenden Bandes sind Ergebnis eines Workshops des Umweltbundesamtes und des Bundesumweltministeriums zum Thema „Ökologische Industriepolitik“, der am 18. April 2008 in Berlin stattfand. Zu dem Fachdialog wurden Ökonomen und Politologen eingeladen, um das Konzept „Ökologische Industriepolitik“ in zentrale volkswirtschaftliche Diskurse einzuordnen, theoretische Begründungen und praktische Limitierungen des Konzepts aus ökonomischer Sicht zu erörtern sowie mögliche Instrumente und Handlungsfelder zu diskutieren. Dabei standen Fragen nach der Notwendigkeit einer ökologischen Industriepolitik, der Ausgestaltung der Politik und der Übersetzung der formulierten Ziele in konkrete Maßnahmen im Vordergrund. Im Einzelnen befassen sich die Beiträge mit den folgenden Themen:

Der einleitende Beitrag von Peter Franz und Stefan Tidow liefert einen Überblick zu den Herausforderungen und Chancen ökologischer Industriepolitik aus Sicht des Bundesumweltministeriums. Die Autoren treten dafür ein, den Grundsatzstreit zwischen „Markt oder Staat“ zu überwinden und angesichts des herrschenden Problemdrucks zügig eine kohärente Strategie zu entwickeln, die zu einer langfristigen Entkopplung von Wachstum und Ressourcenverbrauch führt.

Tabelle 2: Instrumente ökologischer Industriepolitik

Ziele Instrumente	Entwicklung von Techno- logien	Marktzugang	Diffusion	Export
Direkte Förderung	Forschungs- förderung	Öffentliche Beschaffung	Öffentliche Beschaffung	Exportbeihilfen
Ökonomische Instrumente	Steuerliche Privilegierung von F&E	Internalisierung externer Kosten, z.B. durch Steuerpolitik	Internalisierung externer Kosten, z.B. durch Steuerpolitik	Internalisierung externer Kosten, z.B. internatio- nale Klimapolitik
Ordnungs- politische Instrumente	Stimulierung von Clusterbildung z.B. durch Patentrecht	Öffnung von heimischen Märkten	Öffnung von heimischen Märkten	Öffnung von globalen Märkten
Regulierung	„Technology Forcing“ (Ankündigung von Standards, die über den Stand der Technik hinausgehen)		dynamische Umweltstandards	Europäische Standards für Produkte und Prozesse weiterentwickeln
Informations- basierte Instrumente	Innovationsradar	Obligatorische Folgenabschätz- ungen zu Gefährlichkeits- merkmalen von Produkten	Umweltlabel	Marktstudien

Quelle: Jacob, Hertin (2006)

Alfred Endres erörtert in seinem Beitrag aus wirtschaftstheoretischer Perspektive die Notwendigkeiten und Handlungsmöglichkeiten, mittels umweltpolitischer Instrumente umwelttechnischen Fortschritt zu induzieren. Während in der umweltökonomischen Diskussion bisher die Effizienz umweltpolitischer Instrumente im Vordergrund stand, rückt das Ziel der Induktion von Innovationen immer stärker in den Mittelpunkt. Endres diskutiert insbesondere die Frage, ob eine dynamische Effizienz alleine durch umweltpolitische Maßnahmen gewährleistet werden kann und plädiert für eine Ergänzung durch eine ökologische Technologiepolitik. Diese müsste allerdings ebenso auf ihre Effizienz hin überprüft werden, wie dies bei umweltpolitischen Instrumenten schon lange geschieht.

Gernot Klepper und Nadine Heitmann analysieren in ihrem Beitrag die Ziele einer ökologischen Industriepolitik. Sie arbeiten heraus, dass eine Politikkoordination weit über Umweltpolitik im eigentlichen Sinne hinaus erforderlich ist, um die vom Umweltministerium gesteckten Ziele zu erreichen. Die Autoren plädieren für eine konsequentere Anwendung der klassischen umweltökonomischen Instrumente und eine intensive Koordination zwischen den Ressorts.

Jens Horbach unterfüttert die Diskussion mit einer umfassenden Bestandsaufnahme der empirischen Forschung zu Innovationseffekten von Umweltpolitik. Er weist auf die Schwierigkeiten hin, Umweltinnovationen zu definieren und damit auch messbar zu machen und berichtet von verschiedenen Ansätzen, um dennoch valide Aussagen treffen zu können. Insbesondere das Maß der Diffusion von Umweltinnovationen erweist sich als wesentliche Determinante gesamtwirtschaftlicher Wirkungen. Die umweltpolitischen Möglichkeiten, die die Diffusion unterstützen, scheinen jedoch nicht ausgeschöpft.

Ein Mangel an Kohärenz und strategischem Vorgehen wird auch in dem Beitrag von Michael von Hauff beklagt, der die Bedingungen der Diffusion von Umwelttechnologien in Indien untersucht. Von Hauff zeigt die potentielle Nachfrage nach öko-effizienten Technologien auf und belegt dies insbesondere für den Wassersektor. Obwohl die wirtschaftliche Kooperation zwischen Indien und Deutschland in der Vergangenheit an Bedeutung gewonnen hat, sind die Kooperationsebenen im Umweltschutz in keiner Weise aufeinander abgestimmt. Die verschiedenen entwicklungspolitischen Akteure und sogar jedes Bundesland entwickelt eigene Strategien und Kooperationsprogramme. Eine Integration könnte die Situation erheblich verbessern.

Martin Jänicke fasst in seinem Beitrag jüngere Studien zur Marktentwicklung für den Umweltsektor zusammen und diskutiert die Notwendigkeit und die Möglichkeiten der Governance von Umweltinnovationen. Er plädiert für einen Fokus auf „starke“ Umweltinnovationen, die nicht nur eine schrittweise Verbesserung, sondern einen radikalen Wandel auslösen. Zugleich betont er die Notwendigkeit einer umfassenden Marktdurchdringung dieser radikalen Innovationen. Erst die Kombination aus beidem – radikal reduziertem Umweltverbrauch und hoher Marktdurchdringung – mache starke Innovationen aus. Das umweltpolitische Repertoire sollte sich auf solche Innovationen konzentrieren und dabei anspruchsvolle Ansätze wählen wie Technology Forcing und dynamische Standards. Insgesamt habe Regulation eine zunehmend wichtige Rolle dabei.

Franz Lehner argumentiert in seinem Beitrag, dass eine ökonomisch wie ökologisch sinnvolle Industriepolitik gleichermaßen stark auf Diffusion und auf Innovation ausgerichtet sein muss. Dazu müssten vor allem kleine und mittlere Unternehmen systematisch in eine ökologische Industriepolitik einbezogen werden. Nach Lehner bedeutet dies vor allem, dass eine solche ökologische Industriepolitik auf kleine und mittlere Unternehmen insofern abzielen muss, indem sie diese systematisch in Wissensnetze und institutionelle Strukturen einbindet, in deren Rahmen Innovationsprojekte mit überschaubaren Kosten konzipiert und durchgeführt werden können. Lehner macht insbesondere deutlich, welche Rolle Wissen für die Wertschöpfung einnehmen kann und wie sich Politik darauf einstellen muss.

Die Beiträge zeigen, dass die Konzeption einer ökologischen Industriepolitik auf eine theoretische und empirische Fundierung zurückgreifen kann. Die Förderung von Innovationen und deren Diffusion ist nicht nur notwendig, auch deren Wirksamkeit kann belegt werden. Die Umweltschutzindustrie zeigt im Ergebnis einer politikgetriebenen Entwicklung beeindruckende Wachstumsraten. Die Beiträge zeigen aber auch, dass die Potentiale bei weitem noch nicht ausgeschöpft sind. Ambitionierte Umweltstandards, ein mit relevanten Innovations- und Wirtschaftspolitiken integrierter Ansatz und die Entwicklung von kohärenten Strategien der internationalen Kooperation bei Umweltschutztechnologien sind wesentliche Handlungsfelder, die in den Beiträgen diskutiert werden. Damit sind die relevanten Themen aber bei weitem nicht erschöpft. Die institutionellen Bedingungen einer erfolgreichen Integration verschiedener Politikfelder und -ebenen, das Zusammenwirken und die Kombinationswirkungen verschiedener Instrumente, die Möglichkeiten und Grenzen regulativer Ansätze, die Schwierigkeiten der Bewertung von Erfolgsaussichten und Erfolgen bei der Förderung von Umwelttechnologien sind nur einige weitere Aspekte. Das vom

Bundesumweltministerium entwickelte Programm ist nicht nur eine politische Herkulesaufgabe, es stellt auch eine Herausforderung für die Fachdisziplinen dar. Diese können konzeptionelle Unterstützung leisten und den Prozess zugleich kritisch begleiten. Es bleibt zu hoffen, dass der Workshop und diese Publikation Anregung und Unterstützung für weitere Arbeit sein werden.

Literatur

- Bardt, H. (2008): Ökologische Industriepolitik oder angebotsorientierte Umweltpolitik? *Wirtschaftsdienst* 2008(1): 31-39.
- Bernauer, T. et al. (2007): Explaining Green Innovation. Ten Years after porter's Win-Win Proposition: How to Study the Effects of Regulation on Corporate Environmental Innovation. *Politik und Umwelt*. K. Jacob, F. Biermann, P. O. Busch and P. H. Feindt. Wiesbaden, VS-Verlag: 323-341.
- BMU (2006): Ökologische Industriepolitik. Memorandum für einen "New Deal" von Wirtschaft, Umwelt und Beschäftigung. Berlin.
- BMU (2008): Ökologische Industriepolitik. Nachhaltige Politik für Innovation, Wachstum und Beschäftigung. Berlin.
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung et al. (2007): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz. Vertiefende Analyse zu Umweltschutz und Innovation. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes, Förderkennzeichen 204 14 107. Berlin.
- DTI and DEFRA (2006): Environmental Innovation. Bridging the gap between environmental necessity and economic opportunity. First Report of the Environmental Innovations Advisory Group. London.
- Edquist, C. and L. Hommen (1999): Systems of innovation: theory and policy for the demand side. *Technology in Society* 21(1): 63-79.
- Ernst & Young (2006). Eco-industry, its size, employment, perspectives and barriers to growth in an enlarged EU. Report to the European Commission, DG Environment. Brussels.
- European Communities (2008): The Economics of Ecosystems and Biodiversity – An Interim Report, Presented at the Ninth Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity in Bonn, Germany.
- Gehring, T. (2007): Einflussbeziehungen zwischen internationalen Institutionen im Spannungsfeld von Handel und Umwelt. Von gegenseitiger Störung zur institutionalisierten Arbeitsteilung zwischen internationalen Umweltinstitutionen und der Welthandelsorganisation. *Politik und Umwelt*. K. Jacob, F. Biermann, P. O. Busch und P. H. Feindt. Wiesbaden, VS-Verlag: 94-114.
- Jacob, K. et al. (2005): Lead Markets of Environmental Innovations. Heidelberg and New York, Physica Verlag.
- Jacob, K. et al. (2006): Fachdialog Ökologische Industriepolitik. Ergebnisse und Perspektiven. MS. Berlin.
- Jaffe, A. B. et al. (1995): Environmental Regulation and Competitiveness of U.S. Manufacturing: What does Evidence Tell Us? *Journal of Economic Literature* 33(1): 136-163.

- Jänicke, M. (2008): Megatrend Umweltinnovation: Zur ökologischen Modernisierung von Wirtschaft und Staat. München, Oekom Verlag.
- Oberthür, S. and T. Gehring, Eds. (2006): Institutional interaction in global environmental governance: synergy and conflict among international and EU policies. Cambridge, Mass. [u.a.], MIT Press.
- Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung (2005): Österreichische Umwelttechnik-industrie. Wien.
- Porter, M. E. and C. van der Linde (1995): Green and Competitive: Ending the Stalemate. Harvard Business Review (September - October): 120-134.
- Rennings, K. (2000): Redefining Innovation – Eco-Innovation Research and the Contribution from Ecological Economics. Ecological Economics: 319-332.
- Roland Berger Strategy Consultants und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007): Umweltpolitische Innovations- und Wachstumsmärkte aus Sicht der Unternehmen, Umweltbundesamt/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- Simon, H. A. (1959): Theories of decision-making in economics and behavioural science. The American Economic Review. XLIX: 253-283.
- Smits, R. and S. Kuhlmann (2004): The rise of systemic instruments in innovation policy. International Journal of Foresight and Innovation Policy 1: 4-32.
- Stern, N. (2007): The Economics of Climate Change. The Stern Review. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Taistra, G. (2001): Die Porter Hypothese zur Umweltpolitik. Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht 24(2): 241-262.
- United Nations Environment Programme and Global International Waters Assessment (2006): Challenges to International Waters: Regional Assessments in Global Perspective. Nairobi, United Nations Environment Programme.

DIE ÖKOLOGISCHE INDUSTRIEPOLITIK - KONZEPT, ZIELE, INSTRUMENTE

von Peter Franz und Stefan Tidow

Einführung

Das Bundesumweltministerium arbeitet seit geraumer Zeit daran, das Konzept der Ökologischen Industriepolitik empirisch zu untermauern, politisch zu schärfen und programmatisch weiterzuentwickeln. Der Ansatz stößt in den politischen und öffentlichen Debatten auf großes Interesse und Unterstützung, aber auch auf kritische Nachfragen. So gibt es Auffassungen, die eine enge Verknüpfung des „Ökologischen“ mit der „Industriepolitik“ per se als unvereinbaren Widerspruch ansehen. Für andere kommt die Verknüpfung von Umweltpolitik und Industriepolitik der Verdopplung ordnungspolitischer Sündenfälle gleich, die eine unheilvolle Allianz gegen die Gesetze und die Logik des Marktes bilden. Schnell fällt die Debatte über eine Ökologische Industriepolitik dadurch auf einen ordnungspolitischen Grundsatzstreit „Markt oder Staat“ zurück.

In dieser Grundsatzdiskussion werden von Marktbefürwortern Modelle „selbstregulierender Marktkräfte“ mit idealisierten Bedingungen (vollständige Information, gleichberechtigte Marktteilnehmer, keine Markteintrittsbarrieren) ins Feld geführt. Dabei wird völlig aus den Augen verloren, dass bereits heute die Marktrealitäten im Zuge der wirtschaftlichen Globalisierung völlig andere sind, Märkte durch umfangreiche externe Effekte versagen und Märkte bereits in hohem Maße vermachtet sind. Weiter ist häufig ein Marktversagen bei der Bereitstellung öffentlicher Güter zu konstatieren. Idealisierte Marktmodellierungen sind hilfreich, um potentielle Gefahren zu identifizieren. Für die politische Praxis ist damit zumeist jedoch wenig gewonnen, denn bessere Rahmenbedingungen und „ideale Märkte“ wird die Politik schlechterdings kaum schaffen können. Angesichts des Problemdrucks ist der Verzicht auf korrigierende oder gestaltende Eingriffe oftmals keine Alternative, allemal dann nicht, wenn in Rechnung gestellt wird, dass angesichts des Klimawandels innerhalb weniger Jahren wichtige Weichen zu stellen sind.

Umgekehrt weisen die Verfechter eines starken Staates häufig auf das Versagen des Marktes hin, ohne in Rechnung zu stellen, dass dieses Versagen auch eine Frage der politischen Ausgestaltung von Rahmenbedingungen ist und ohne zu reflektieren, dass staatliche „Allmächtsphantasien“ in einer globalisierten Welt und angesichts ausdifferenzierter Gesellschaften mehr denn je ausgedient haben sollten. Die Diskussion um die Bewältigung existentieller Herausforderungen, wie der Klimawandel, sollte sich nicht im Streit der Orthodoxien einrichten, sondern sich konstruktiv auf die Suche machen nach Instrumenten und Konzepten zur Lösung der wichtigsten ökonomischen, sozialen und ökologischen Zukunftsfragen. Denn erforderlich ist ein zielorientierter pragmatischer Ansatz im Spannungsfeld von Markt- und Staatsversagen. Die Ökologische Industriepolitik ist kein in sich (ab)geschlossener Ansatz, sondern gleicht eher einem offenen Politikkonzept, das im Interesse von Wirtschaft und Umwelt und vor dem Hintergrund sich verändernder ökonomischer und ökologischer Herausforderungen fortzuentwickeln und immer wieder neu zu justieren ist.

Der Beitrag skizziert die Grundprämissen und Überlegungen der Ökologischen Industriepolitik. Er geht dabei auch auf wiederkehrende ordnungspolitische Grundsatzfragen, Einwände und Nachfragen ein, um Missverständnisse zu vermeiden, vor allem aber auch, um die weitere Debatte von diesem Streit zu entlasten und den Weg für eine kritische, aber konstruktiv nach vorne gewandte Debatte zu ebnet.

Das neue Verhältnis von Ökonomie und Ökologie: Ansatzpunkte der Ökologischen Industriepolitik

Ausgangspunkt der Ökologischen Industriepolitik ist die Tatsache, dass sich ökonomische und ökologische Problemstellungen in den vergangenen Jahrzehnten immer stärker miteinander verknüpft haben. Das ist nicht grundsätzlich neu, jedoch hat sich der Zusammenhang qualitativ verändert und wird sich zukünftig noch stärker herausbilden.

Längst werden Umwelt und Wirtschaft nicht mehr als Antagonismus wahrgenommen, den viele noch vor einigen Jahren gern herbeigeredet haben und noch immer einige kultivieren wollen. Das heißt nicht, dass es im Einzelfall nicht auch widerstreitende Interessen gibt – die wird es weiter geben – doch die Überzeugung ist gewachsen, dass die großen ökologischen Herausforderungen, vor denen wir heute stehen, zugleich auch ökonomische Herausforderungen sind: Klimawandel, Umweltverschmutzung, Ressourcenverknappung und Verlust von biologischer Vielfalt. Daher sollte nicht von einem (kategorischen) Gegensatz von Umwelt und Wirtschaft ausgegangen werden, sondern eher von einem Bedingungsverhältnis, mindestens aber von einem immer stärker werdenden Zusammenspiel.

Erkennbar ist,

- dass die weltweite Nachfrage nach knappen Ressourcen ökologische, soziale und ökonomische Probleme verschärft. Die Ressourcenfrage ist damit eine zentrale Zukunftsfrage, in der sich auf globaler wie auch auf nationaler Ebene ökologische (Ressourcenschutz) und ökonomische (Knappheit) Aspekte miteinander vermengen;
- dass der Klimawandel nicht nur das Ökosystem bedroht, sondern ebenso soziale Systeme, einschließlich des Wirtschaftssystems. Klimaschutzmaßnahmen kosten zwar Geld, Nichthandeln aber wäre auf lange Sicht ungleich teurer.

Die Verknüpfung des Ökonomischen mit dem Ökologischen wird in Zukunft noch deutlicher werden, denn einige Megatrends spitzen sowohl die ökonomischen wie die ökologischen Herausforderungen zu:

- eine schnell wachsende Weltbevölkerung,
- weltweites ökonomisches Wachstum,
- ein globaler Industrialisierungsschub, insbesondere in Schwellenländern.

Die Nachfrage nach Konsum- und Investitionsgütern, nach Energie und nach Mobilität wird deshalb kontinuierlich zunehmen und erheblich anwachsen. Damit wird auch die Verknüpfung zur sozialen Frage stärker. Gerechtigkeitsaspekte werden virulenter.

Die Folge: Neue Gefahren, neue Chancen

Mit der neuen Verknüpfung des Ökonomischen mit dem Ökologischen verbinden sich wachsende (alte und neue) Gefahren, aber auch Chancen:

Gefahren sind:

- die Beschleunigung des Klimawandels und der Anstieg von klimaschädlichen Treibhausgasen,
- neue (gewalttätige) Auseinandersetzungen um Ressourcen („Weltkrieg um Wohlstand“),
- die Spaltung von Gesellschaften (national und international), entlang neuer sozialer, ökonomischer und ökologischer Konflikte,

- der Verlust von internationaler Stabilität und Sicherheit.

Chancen sind:

- das Zusammentreffen von ökologischen und ökonomischen Herausforderungen lässt neue, grüne Märkte mit hoher Wachstumsdynamik entstehen, z.B. für Ressourceneffizienz, Recycling, Energieintelligenz und nachhaltige Mobilität. Die Leitmärkte der Zukunft sind „grün“.
- der Umweltschutz ist ein wichtiger Wirtschafts- und Beschäftigungsfaktor. Auch in Zeiten rezessiver Wirtschaftsentwicklung sorgten der Umweltsektor und der Ausbau erneuerbarer Energiequellen für Wachstum und Beschäftigung in Deutschland. Eine anspruchsvolle Umweltpolitik ist längst kein wirtschaftlicher Hemmschuh mehr, sondern ein wichtiger Bestandteil unseres nationalen Innovationssystems. Dass die deutsche Wirtschaft heute nicht nur Exportweltmeister bei den potentiellen Umweltschutzgütern ist, sondern Unternehmen aus Deutschland oftmals Weltmarktführer sind, illustriert sicher die umweltpolitischen Erfolge der vergangenen Jahrzehnte.

Beide Aspekte, Gefahren und Chancen, führen dazu, dass Umwelt und Natur zu Schlüsselressourcen werden und dass die Umwelttechnologie zu einer Schlüsseltechnologie im 21. Jahrhundert aufsteigen wird. Denn nur wenn es gelingt, Wachstum und Verbrauch von Energie und Rohstoffen zu entkoppeln und ihren Einsatz auch absolut zu senken, wird Wohlstand und Entwicklung für alle möglich sein. Die weitgehende Entkopplung ist Voraussetzung für ein zukunftsfähiges, verallgemeinerbares Wirtschafts- und Gesellschaftsmodell. Es wird eine wichtige wirtschafts- und industriepolitische Herausforderung entwickelter Volkswirtschaften sein, Technologieführerschaft und Präsenz auf den Zukunftsmärkten zu zeigen. Nur so wird die internationale Wettbewerbsfähigkeit erreichbar sein.

Ziele der Ökologischen Industriepolitik

Es bedarf einer ökonomischen Antwort auf die ökologische Frage und einer ökologischen Antwort auf die ökonomische Herausforderung. Deshalb zielt die Ökologische Industriepolitik darauf ab,

- die industriellen Produktionsstrukturen auf knapper werdende Ressourcen (energetisch und stofflich) ein- und umzustellen;
- die Industrie besser auf die Leitmärkte der Zukunft auszurichten, besonders, um die heimische Industrie und die damit verbundenen Arbeitsplätze nicht gegenüber Ländern wie den USA und Japan ins Hintertreffen geraten zu lassen;
- Technologiesprünge bei den integrierten Umwelt- und Effizienztechnologien zu erreichen, vor allem in den industriellen Kernbereichen Energie und Stoffnutzung;
- statt „nachholender Entwicklung“ und Wiederholung alter „Industrialisierungssünden“ in den Entwicklungs- und Schwellenländern, „nachhaltige Industrialisierung“ und Industrialisierungssprünge auf einem hohen technologischen und ressourceffizienten Niveau zu ermöglichen.

Ein Instrumentenmix jenseits von „Markt oder Staat“

Der Markt reagiert zwar zunehmend auf die veränderten Realitäten, jedoch hat er die Gefahren genauso wie die Chancen bisher nur unzureichend antizipiert. In vielen Fällen kann er sie auch nicht von alleine in aussagekräftige „Preissignale“ übersetzen – zumindest nicht in der sehr kurzen, zur Verfügung stehenden Zeit. Ausschließlich marktgesteuerte Lern- und Anpassungsprozesse können wir uns unter ökologischen Kostengesichtspunkten (Klimawandel) nicht leisten.

Die Politik muss daher einen Beitrag leisten. Denn zu den Aufgaben der Politik zählt, Zukunftschancen und -risiken zu antizipieren, den Interessenausgleich zu organisieren und notwendige Umbauprozesse nachhaltig, sozial- und umweltverträglich zu gestalten.

Nicht etatistische Allmachtsphantasien sind gefragt, aber ein Staat,

- der als Pionier Wege weist,
- der Rahmenbedingungen setzt,
- der anspruchsvolle Ziele formuliert und
- der auf die Kombination unterschiedlicher Instrumente setzt, um Innovationen anzustoßen, ökoeffiziente Technologien in die Anwendung zu bekommen, und Impulse für einen energie- und ressourceneffizienten Umbau von Wirtschaft und Gesellschaft gibt.

Die Umweltpolitik muss sich innovationspolitisch ausrichten. Sie muss dabei auf einen Mix von unterschiedlichen Instrumenten setzen und angebots- und nachfrageseitige Maßnahmen kombinieren. Folgende Instrumente können dabei hilfreich sein:

- Ökonomische Instrumente: Anreizinstrumente, Marktmechanismen dienstbar machen (z.B. Emissionshandel),
- Ökologisierung des Steuersystems, u.a. durch Internalisierung externer Kosten,
- innovationsorientiertes Ordnungsrecht: Verbote/Gebote als Innovationsmotor, Stetigkeit und Planbarkeit,
- Bildung und Ausbildung: Anpassung der Ausbildungsinhalte, Humankapitalbildung,
- Markteinführungsprogramme: Marktdurchdringung und positive Skaleneffekte (economies of scale) für grüne Technologien (z.B. sinkende Durchschnittskosten durch Effizienzmaßnahmen und/oder durch Lernkurveneffekte),
- Investitions- und Beschaffungspakt für grüne Innovationen,
- Finanzierung sichern: Mittelknappheit beseitigen, Unternehmensgründungen erleichtern,
- Transparenz und Kennzeichnung,
- Konzentration der Forschungsförderung, Leuchtturmprojekte,
- Top-Runner-Ansätze: Dynamische Benchmarks setzen,
- Exportinitiativen und Außenhandelsaspekte: Verbreitung von Umwelttechnologie und policy-Export .

Dabei sollte als Maxime gelten: Wo immer möglich, sollten marktwirtschaftliche Instrumente eingesetzt und Anreize gegeben werden, ohne aber staatliche Regulierung zu verteufeln. Vielfach liegt gerade in der Kombination von einem harten regulativen Kern mit weichen Formen der Steuerung eine besondere Chance.

Für einen „New Deal“

Mit dem Konzept der Ökologischen Industriepolitik verbindet sich die Vorstellung, dass sich der Umbau der Industriegesellschaft zum Nutzen von Wirtschaft und Gesellschaft erreichen lässt. Das bedeutet jedoch nicht, dass es im Einzelfall nicht auch Verlierer geben kann und wird. Pareto-optimale Lösungen sind nicht realistisch und widersprechen im Übrigen dem Wesen des Politischen. Unterm Strich ist der ökonomische und ökologische Nutzen – so die zugrunde liegende Annahme – aber so groß, dass er die Verluste überkompensiert.

Im Sinne eines „New Deal“ gilt es daher, gemeinsam mit wirtschaftlichen, wissenschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Akteuren und Stakeholdern die Voraussetzungen für eine neue, nachhaltige Prosperitätskonstellation zu legen. Ökologische Industriepolitik weist in diesem Sinne über die Grenzen der Umweltpolitik hinaus, denn sie adressiert wirtschaftspolitische Fragen und kann nur in einer engen Verknüpfung von Umwelt-, Wirtschafts-, Außen-, Entwicklungs- und Finanzpolitik erfolgreich umgesetzt werden. Dies ist auch der Hintergrund für die Forderung nach einem Industriekabinett. In diesem Sinne ist eine innovationsorientierte Umweltpolitik nur ein wichtiger, aber zentraler Teil für eine Ökologische Industriepolitik. Andererseits spiegelt eine innovationsorientierte Umweltpolitik nur einen Ausschnitt der umweltpolitischen Agenda und damit auch nur einen Teilbereich der Umweltpolitik insgesamt. Umweltpolitik hat immer auch eine Eigenlogik und weitere Referenzpunkte. Die Natur als Selbstzweck, die Schönheit der Natur, der Schutz der Artenvielfalt, die Bewahrung der Schöpfung müssen ihren Eigen- und Stellenwert behalten.

Die Ökologische Industriepolitik soll einen wichtigen Beitrag für ein global verallgemeinerungsfähiges, ökologisch und ökonomisch zukunftsfähiges Wohlstandsmodell liefern. Ihr Augenmerk liegt dabei eindeutig auf Produkten und Produktionsprozessen. Sie fokussiert auf Innovation, technologischen Fortschritt und die Verbreitung von ökoeffizienten Technologien.

Für einen umfassenden Umbau von Wirtschaft und Gesellschaft – im Sinne eines strengen Begriffs der Nachhaltigkeit – muss die Ökologische Industriepolitik daher eingebettet sein in eine übergreifende und umfassende Modernisierungsstrategie, die ebenso Fragen zu Konsummustern, zu Lebensstil und Suffizienz sowie zu Leitbildern gesellschaftlicher Entwicklung und zu einer gerechten und fairen Ordnung umfasst.

Literatur

Bundesumweltministerium (2006): Ökologische Industriepolitik. Memorandum für einen „New Deal“ von Wirtschaft, Umwelt und Beschäftigung.

Bundesumweltministerium (Hrsg.) (2007): GreenTech made in Germany. Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland, München: Vahlen.

Bundesumweltministerium (2007): Strategie Ressourceneffizienz. Impulse für den Umbau der Industriegesellschaft.

DIW/Fraunhofer ISI/Roland Berger Strategy Consultants (2007): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes.

Gabriel, S. (2007): New Deal für Wirtschaft und Umwelt, in: Internationale Politik 02/2007, 28-36.

Gabriel, S./Machnig, M. (2007): Fortschritt statt Verzicht, in: Die Zeit, 25/2007, 10.

Machnig, M. (2007): Die Dritte industrielle Revolution, in: Vorgänge 3/2007, 15-22.

Machnig, M. (2006): Die chinesische Herausforderung. Deutschland braucht eine neue Ökologische Industriepolitik für Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit, in: Berliner Republik 5/2006.

Roland Berger Strategy Consultants (2007): Umweltpolitische Innovations- und Wachstumsmärkte aus Sicht der Unternehmen. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes.

EFFIZIENZ UND INDUZIERTER TECHNISCHER FORTSCHRITT IN DER UMWELTPOLITIK: EINE WIRTSCHAFTSTHEORETISCHE PERSPEKTIVE

von Alfred Endres

Zusammenfassung

In der umweltpolitischen Diskussion wird verstärkt auf ökonomische Terminologie zurückgegriffen. Insbesondere „Effizienz“ und „Innovation“ spielen (mit ihren verschiedenen Synonymen) die Rolle von Zauberworten. Natürlich soll damit nicht der Weg dafür geebnet werden, die Ökologie dem freien Spiel der Marktkräfte auszusetzen. Vielmehr geht es darum, ökonomische Anreize in den ökologischen Dienst zu stellen. Das ist an sich nicht neu. Jüngerem Datums ist jedoch eine wichtige Akzentverschiebung: Während früher die statischen Effizienzigenschaften umweltpolitischer Instrumente im Zentrum der Aufmerksamkeit standen, geht es heute sehr viel stärker um die Fähigkeit alternativer Instrumente, umwelttechnischen Fortschritt herbeizuführen. Der folgende Beitrag stellt den statischen Effizienzbegriff und den dynamischen Innovationsbegriff in einem übergreifenden wirtschaftstheoretischen Erörterungsrahmen vor und wendet die Begriffe auf den Bereich der Umweltpolitik an. Dabei werden die Möglichkeiten und Probleme, Effizienz und umwelttechnischen Fortschritt simultan mit dem Einsatz umweltpolitischer Instrumente zu steuern, analysiert. Die komplementäre Rolle einer ökologischen Technologiepolitik findet ebenfalls Beachtung.

Einführung

Effizienz- und innovationsorientierte Umweltpolitik bildet einen Kernbereich der ökologischen Industriepolitik. Effizienz und technischer Fortschritt zählen darüber hinaus zu den wichtigsten Grundkonzepten der Wirtschaftswissenschaft. Im Folgenden werden diese beiden Begriffe aus wirtschaftstheoretischer Sicht vorgestellt, in ihrer Wechselbeziehung analysiert und auf die Umweltpolitik angewendet.

Zur ökonomischen Legitimation staatlicher Regulierung: Grundsatz und Typologie

Unter Rückgriff auf das epochale Werk von *Adam Smith* haben *Kenneth Arrow* und *Gerard Debreu* gezeigt, dass ein unkorrigiertes Marktsystem unter bestimmten Bedingungen zu sozial optimalen Ergebnissen führt.¹ In einer solchen *Arrow-Debreu-Welt* gibt es natürlich wenig Spielraum für ökonomisch legitimierte Staatsinterventionen.² In ihrem Mainstream hat sich die ökonomische Theorie der Staatsintervention folgerichtig auf Abweichungen von der *Arrow-Debreu-Welt* konzentriert.

Dabei stehen die folgenden für eine Erklärung der Realität zentralen, in dem Modell von *Arrow* und *Debreu* jedoch explizit ausgeschlossenen Erscheinungen im Mittelpunkt der Betrachtung.

¹ *Kenneth Arrow* wurde im Jahr 1972, *Gerard Debreu* im Jahre 1983 mit dem Nobelpreis für Ökonomie ausgezeichnet. Die hier einschlägige Theorie des allgemeinen Gleichgewichts und der sozialen Wohlfahrt bildet den Kernbereich der neoklassischen Ökonomik. Sie wird in den an fortgeschrittene Leser adressierten Kapiteln mikroökonomischer Lehrbücher behandelt. Vgl. z.B. *Endres/Martiensen* (2007), Teil 5, *Varian* (2007), Kap. 31-33.

² Dies gilt natürlich nicht, wenn das gängige ökonomische Optimalitätskriterium in Frage gestellt wird. Diesen Weg gehen wir jedoch im vorliegenden Beitrag nicht.

- Externe Effekte
- Marktmacht
- Asymmetrische Information
- Defekte Diskontierung³.

Eine genauere Analyse zeigt, dass jede einzelne der vier Komplikationen dazu führt, dass das zentrale für die *Arrow-Debreu-Welt* erzielte Ergebnis der sozialen Optimalität des unkorrigierten Marktsystems nicht mehr gilt. Damit darf über die Möglichkeiten, Allokationsverbesserungen durch staatliche Intervention zu erzielen, nachgedacht werden. Wir formulieren hier bewusst vorsichtig: Es besteht kein Automatismus der Art, dass eine Abweichung zwischen Marktgleichgewicht und sozialem Optimum automatisch einen Staatseingriff rechtfertigt. Vielmehr muss erst geprüft werden, ob das suboptimale Ergebnis durch Staatsintervention tatsächlich verbessert werden kann und ob auch die Kosten der Staatsintervention durch den Zuwachs an sozialer Wohlfahrt wieder „eingespielt“ werden.⁴

Letztlich führt die Aufnahme der vier oben genannten Störungen in das wirtschaftstheoretische Modell dazu, dass die *Effizienzeigenschaften* des Marktsystems beschädigt werden. Wegen dieser zentralen Bedeutung des Effizienzbegriffs für die Würdigung der allokativen Rollenverteilung zwischen Markt und Staat betrachten wir im Folgenden den Effizienzbegriff näher und wenden ihn auf den Bereich von Umweltproblemen und Umweltpolitik an.⁵

Effizienz in der Umweltpolitik

Dimensionen der Effizienz: Kosten- und Allokationseffizienz

Der Effizienzbegriff bezeichnet das „ökonomische Prinzip“. Dieses Prinzip ist gewahrt, wenn ein gegebenes Ziel mit minimalem Aufwand erreicht wird bzw. gegebener Aufwand so eingesetzt wird, dass eine maximale Zielerreichung zustande kommt. In einer Welt der Knappheit hat das Effizienzprinzip einen normativen Gehalt: Sind die Möglichkeiten, Aufwand zu treiben, begrenzt, *soll* der Mitteleinsatz ökonomisch erfolgen. In der Wirtschaftstheorie werden nun verschiedene Effizienzbegriffe danach unterschieden, was jeweils unter den allgemeinen Begriffen „Ziel“ und „Aufwand“ zu verstehen ist.

Betrachten wir zunächst den Begriff der *Kosteneffizienz*. Dabei geht es um die Frage, wie eine vorgegebene „Endproduktmenge“ unter Einsatz verschiedener Produktionsfaktoren hergestellt wird. Der Begriff der Endproduktmenge ist dabei sehr allgemein zu verstehen. Er umfasst den Fall der Herstellung eines bestimmten Konsumgutes ebenso wie den Fall der Emissionsreduktion. Kosteneffizient ist diejenige Kombination von Produktionsfaktoren, mit der die vorgegebene Menge zu den geringsten Kosten produziert werden kann. Auf den Fall der Emissionsreduktion bezogen bedeutet Kosteneffizienz also, dass ein vorgegebenes Ziel der Emissionsvermeidung mit minimalen Kosten realisiert werden soll. Mit dem Konzept der Kosteneffizienz lässt sich sagen, wie ein gegebener Output hergestellt werden soll. Die Frage, welcher Output der beste sei, muss dabei jedoch unbeantwortet bleiben. Hierzu benötigen wir das Konzept der *allokativen Effizienz*.

³ Darunter sind Abweichungen zwischen privater und sozialer Diskontrate zu verstehen.

⁴ Sollte ein Staatseingriff für sinnvoll erachtet werden, stellt sich natürlich die Frage seines optimalen Designs.

⁵ Neben den oben herausgegriffenen vier sehr konventionellen möglichen Gründen für eine Staatsintervention spielen in der Wirtschaftstheorie auch andere Gründe eine Rolle. Besonders wichtig sind hierbei *Gerechtigkeitsüberlegungen*. Wird das Ergebnis des Marktprozesses als unfair empfunden, so könnte dies korrigierende Staatseingriffe rechtfertigen. Die (von der Öffentlichkeit wahrgenommene) Fairness staatlicher Intervention ist ein wesentliches Kriterium für ihre soziale Akzeptanz. Aus Platzgründen gehen wir jedoch auf die damit angesprochenen Verteilungsaspekte nicht näher ein, sondern konzentrieren uns auf Effizienzaspekte. Natürlich ist sich der Autor der Interdependenzen zwischen Verteilung und Allokation bewusst.

Unter allokativer Effizienz versteht man einen Zustand, in dem die Gesellschaft die ihr zur Verfügung stehenden Ressourcen so einsetzt, dass die soziale Wohlfahrt maximiert wird. Natürlich enthält die allokativen Effizienz die Kosteneffizienz als notwendige Bedingung. Für eine Maximierung der sozialen Wohlfahrtsfunktion ist es erforderlich, das optimale Güterbündel herzustellen. Jedes Element dieses optimalen Güterbündels muss offensichtlich mit minimalen Kosten produziert werden, um das hohe Ziel zu erreichen.⁶ „Übersetzt“ man die ökonomische Terminologie in die Umgangssprache, so ist das Maximum der sozialen Wohlfahrtsfunktion als der Zustand zu verstehen, in dem das Ziel der Förderung des Gemeinwohls so gut wie irgend möglich erreicht ist.

Beziehen wir diese allgemeinen Aussagen zur allokativen Effizienz auf das Beispiel der Verminderung der Emissionen eines bestimmten Schadstoffs. Die allokativ effiziente Emissionsreduktion ist *konzeptionell* dadurch charakterisiert, dass die Differenz zwischen Nutzen und Kosten der Reduktion maximiert wird.⁷ Vollständig äquivalent zu dieser Formulierung des Effizienzbegriffs als „Maximierungsaufgabe“ ist seine Formulierung als „Minimierungsaufgabe“: Die allokativ effiziente Emissionsreduktion ist erreicht, wenn die Summe aus Emissionsvermeidungskosten und (nach erfolgter Emissionsvermeidung noch vorhandenen) „Restschäden“ minimiert ist.

Ökonomische Kategorien der Umweltpolitik: Internalisierung und standardorientierte Instrumente

Den beiden oben kurz dargestellten Effizienzbegriffen entsprechen aus umweltökonomischer Sicht zwei Kategorien von umweltpolitischen Eingriffen. Zum Begriff der allokativen Effizienz passt die ökonomische Kategorie der *Internalisierung externer Effekte*. Ein externer Effekt begründet bekanntlich insofern „Marktversagen“, als er die Fähigkeit des unkorrigierten (ansonsten) idealen Marktsystems zerstört, eine effiziente Allokation herzustellen. Die Internalisierung externer Effekte ist das Mittel, mit dem in der ökonomischen Theorie der Defekt des unkorrigierten Marktmechanismus „geheilt“ wird. Gelingt die Internalisierung, so führen die umweltpolitisch gestützten Marktprozesse wieder auf ein allokativ effizientes Ergebnis. Die in der Literatur behandelten Strategien zur Internalisierung externer Effekte sind die *Pigou-Steuer*, *Coase'sche Verhandlungen* und das *Umwelthaftungsrecht* in idealtypischen Spielarten der Verschuldens- und Gefährdungshaftung.

Die Bedingungen für eine Internalisierung externer Effekte sind restriktiv. Insbesondere muss die *Schadensfunktion* bekannt sein.⁸ In der Umweltökonomie ist daher, aufbauend auf dem Ansatz von *Baumol* und *Oates* (1971), eine Ökonomie der Umweltpolitik ohne Schadensfunktion entwickelt worden. Mit dem Verzicht auf die Verwendung einer Schadensfunktion muss der Anspruch der Internalisierungsstrategien, Allokationseffizienz herzustellen, natürlich aufgegeben werden. Die allokativ effiziente Emissionsmenge, bei der die Differenz zwischen Nutzen und Kosten der Emissionsreduktion maximal wird, ist ohne Schadensfunktion nicht zu bestimmen. Der Nutzen der Emissionsreduktion ist schließlich nicht anderes als der vermiedene Schaden. Bei der standardorientierten Umweltpolitik geht es entsprechend nur noch (aber immerhin auch) darum, ein exogen vorgegebenes Emissionszielniveau mit minimalen Vermeidungskosten zu erreichen. Damit ist das

⁶ In der modernen Mikroökonomik wird auch das Wort „Güterbündel“ sehr allgemein verstanden. Es enthält auch die Vermeidung von Emissionen.

⁷ Die Messung von Nutzen und Kosten der Emissionsreduktion ist „eine Wissenschaft für sich“. Vgl. z. B. Umweltbundesamt (2007).

⁸ Die verschiedenen Strategien der Internalisierung externer Effekte unterscheiden sich darin, *wem* die Schadensfunktion bekannt sein muss. Bei der Pigou-Steuer muss z.B. der Staat die Schadensfunktion kennen, um den korrekten Steuersatz bestimmten zu können.

Erfolgskriterium der Umweltpolitik vom sehr anspruchsvollen Ziel der Allokationseffizienz auf das bescheidenere Niveau der Kosteneffizienz zurückgeschraubt. In der umweltökonomischen Literatur sind *Abgaben*, *Auflagen* und *handelbare Emissionsrechte* ausführlich auf ihre Eignung als standardorientierte umweltpolitische Instrumente untersucht worden.

Natürlich sind die Annahmen der vollständig vorhandenen Information über die Schadensfunktion (wie sie den zueinander kongruenten Konstrukten der Allokationseffizienz und der Internalisierung externer Effekte zugrunde liegen) und der vollständig abwesenden Information (wie sie bei den zueinander kongruenten Konstrukten der Kosteneffizienz und der standardorientierten umweltpolitischen Instrumente verwendet werden) extrem. In der Realität wird man beschränkte Informationen über die mit Emissionen verbundenen Schäden besitzen und sich durch Anwendung interdisziplinärer wissenschaftlicher Techniken bemühen, zusätzliche Informationen zu erhalten. Die Rolle der Ökonomie bei diesem interdisziplinären Ansatz besteht in der monetären Bewertung von in physischen Einheiten anfallenden Umweltschäden. Hierzu hat das Umweltbundesamt jüngst eine Dokumentation vorgelegt, die den *State of the Art* der in Wissenschaft und Praxis diskutierten und verwendeten Bewertungsmethoden zusammenfasst (Umweltbundesamt 2007). Durch die strukturierte Anwendung derartiger Methoden wird es zwar nicht möglich sein, ein allokationseffizientes Emissionsniveau zu bestimmen. Immerhin gelingt es jedoch, verschiedene Umweltzustände pragmatisch nach ihrer Erwünschtheit zu ordnen. Letztlich gelangt man damit zu einer „aufgeklärten Kosteneffizienz“, bei der das vorgegebene Emissionsniveau immerhin seine ökonomische Beliebigkeit verliert. Es handelt sich um ein Emissionsniveau, das – wenn auch nicht im strengen Sinne allokationsoptimal – doch dem Grundsatz der *Verhältnismäßigkeit* von Aufwand und Ertrag in der Umweltpolitik soweit wie möglich Rechnung trägt.

Induzierter technischer Fortschritt in der Umweltpolitik: Ein ökonomisches Grundmodell

Vorbemerkung

Die der obigen kurzen Erörterung zugrunde liegenden ökonomischen Modelle weisen bei aller Verschiedenheit eine zentrale gemeinsame Eigenschaft auf: Sie sind statisch. Dies bedeutet insbesondere, dass die Vermeidungs- und Schadenskosten, die der Konstitution der jeweiligen Gleichgewichte und Optima zugrunde liegen, fest vorgegeben sind. Beziehen wir dagegen den umwelttechnischen Fortschritt in die Betrachtung ein, so lassen wir im Modell zu, dass die zugrunde liegenden Kurven im Zeitverlauf einem Wandel unterliegen. Die Theorie des *induzierten umwelttechnischen Fortschritts* bietet eine Reihe von Verfahrensweisen an, diesen Wandel abzubilden. Für die nachstehende Erörterung haben wir folgende Variante ausgewählt: Es sei möglich, Investitionen zu tätigen, die dazu führen, dass in der Zukunft jede gegebene Emissionsmenge mit geringeren Grenzvermeidungskosten vermieden werden kann als in der Gegenwart. Anders ausgedrückt: Es wird mit der Investition erreicht, dass zu jedem gegebenem Betrag von Grenzvermeidungskosten in der Zukunft mehr Emissionen vermieden werden können als in der Gegenwart. Technischer Fortschritt wird also im Modell dadurch erfasst, dass die Grenzvermeidungskostenkurve bei der neuen Technik niedriger verläuft als bei der alten Technik. Für den Übergang von der alten zur neuen Technik sind Investitionsaufwendungen nötig.

Die Kernthese unserer Ausführungen besteht darin, dass der umwelttechnische Fortschritt im dynamischen Modell ebenso dem Effizienzkriterium genügen muss, wie die Emissionsreduktion im statischen Modell. Ein ökonomisch reflektierter Begriff des technischen Fortschritts ist ein dynamisierter Effizienzbegriff. Entsprechend kann ökonomisch sinnvoller

technischer Fortschritt auch alternativ vor dem Hintergrund der beiden oben erläuterten Effizienzbegriffe, Allokationseffizienz und Kosteneffizienz, definiert werden.⁹

Zur Dynamik des Effizienzbegriffs

a) Allokationseffizienz und induzierter technischer Fortschritt

Bei der statischen Stilisierung der allokativ effizienten Lösung eines Emissionsproblems ging es darum, die Eigenschaften einer Situation zu beschreiben, in der die soziale Wohlfahrt aus der Aktivität maximiert wird, die das Umweltproblem verursacht. Die soziale Wohlfahrt ist in dieser Hinsicht gerade dann maximiert, wenn die Summe aus den bei der Vermeidung der Emission anfallenden Kosten und den Restschäden minimiert ist. Die „Zauberformel“, mit der die allokativ effiziente Situation kurz charakterisiert, wird lautet „Grenzvermeidungskosten gleich Grenzschäden“. Bei gegebenen Grenzvermeidungskosten- und Grenzschadensfunktionen liegt damit auch das allokativ effiziente Emissionsvermeidungsniveau fest. Die hier kurz rekapitulierte Norm allokativ effizienter Emissionsvermeidung soll nun an das weiter gesteckte Untersuchungsziel (die Induktion umwelttechnischen Fortschritts) angepasst werden. Dem Effizienzgebot folgend versuchen wir die einfachste Modellierung zu finden, die diesem Ziel genügt. Wir überführen dazu das statische Problem in eine Betrachtung mit zwei Perioden 0 und 1.¹⁰ Bei diesem erweiterten Ansatz stellt sich das Problem aus dem statischen Modell, nämlich diejenige Emissionsvermeidungsmenge zu beschreiben, die die Summe aus Vermeidungs- und Schadenskosten minimiert, in den beiden Perioden in gleicher Weise. Damit ist im Vergleich zum statischen Modell „noch nicht viel passiert“. Der in der Statik „zeitlos“ modellierte Zusammenhang wird einfach analog auf zwei Perioden abgebildet. Das eigentlich Neue besteht in der Verbindung zwischen den beiden Perioden. Wir stellen uns dazu vor, dass in der Periode 0 ein Geldbetrag I in den umwelttechnischen Fortschritt investiert werden kann. Je mehr Mittel investiert werden, desto stärker gelingt es, die Grenzvermeidungskosten zu senken. Der Begriff der Allokationseffizienz ist nun mit Blick auf drei Variablen zu spezifizieren: Die jeweils optimale Vermeidungsmenge in den beiden Perioden und die optimale Investitionsanstrengung. Bei allokativ effizienter Wahl der drei Handlungsvariablen ist die Summe aus den periodenspezifischen Vermeidungskosten, den Investitionskosten und den periodenspezifischen externen Kosten minimal.

Eine im dynamischen Kontext stehende Internalisierungsstrategie muss sich also nun an diesem im Vergleich zur statischen Analyse erweiterten allokativen Effizienzbegriff messen lassen. Ehe wir auf Einzelheiten der Internalisierung unter Einbeziehung des technischen Fortschritts eingehen, soll jedoch das dynamische Analogon zum statischen Konzept der Kosteneffizienz kurz dargestellt werden.

b) Kosteneffizienz und induzierter technischer Fortschritt

Wie wir oben gesehen haben, ist eine kosteneffiziente umweltökonomische Allokation durch eine Aufteilung der firmenindividuellen Emissionsvermeidungsaktivitäten definiert, bei der ein vorgegebenes aggregiertes Emissionsvermeidungsziel mit minimalen Kosten erreicht wird. Der Übergang vom statischen Modell zur dynamischen Betrachtung unter Einbeziehung des induzierten umwelttechnischen Fortschritts erfolgt vollständig analog zu dem vorstehend für den allokativen Effizienzbegriff kurz skizzierten analytischen Verfahren. Wir spezifizieren

⁹ Die wirtschaftswissenschaftliche Literatur zum induzierten umwelttechnischen Fortschritt ist in den letzten Jahren rapide angewachsen. Stellvertretend für viele seien hier genannt: Endres (2007), Golombek/Hoel (2006), Kemfert (2005), Jaffe/Newell/Stavins (2002), Michaelis (2003), Requate (2005), Schwarze (2001), Ulph/Ulph (2007).

¹⁰ So nützlich diese Vereinfachung auch ist, sie hat ihren Preis: Probleme des optimalen umweltpolitischen *Timing* geraten bei der Reduktion auf zwei Betrachtungsperioden aus dem Blick. Vgl. dazu Cunha-e-Sá/Reis (2007), Kverndokk/Rosendahl (2007), Lutz/Meyer/Nill/Schleich (2007), Rennings (2007).

nämlich das für die statische Formulierung der kosteneffizienten umweltökonomischen Allokation relevante „zeitlose“ Problem zunächst für zwei aufeinander folgende Perioden 0 und 1. Dann stellen wir die Verbindung zwischen den beiden Perioden über eine Funktion dar, mit der abgebildet wird, wie durch Investitionen in den umwelttechnischen Fortschritt in der Periode 0 die Vermeidungskosten in der Periode 1 beeinflusst werden können. In diesem Kontext ist eine umweltökonomische Allokation gerade dann kosteneffizient, wenn sie eine zweiperiodige aggregierte Kostenfunktion minimiert, die sich aus den Vermeidungskosten und der Summe der von den Firmen für die Investitionen in den technischen Fortschritt ausgegebenen Investitionen zusammensetzt. In periodenspezifischen Nebenbedingungen muss dabei beachtet werden, dass die von der Umweltpolitik festgelegten aggregierten Emissionsvermeidungsziele stets eingehalten werden.

Dynamische Umweltpolitik in einer (fast) perfekten Welt

a) Vorbemerkung

Nachdem oben die Normen, an denen die Umweltpolitik im dynamischen Kontext gemessen werden kann, vor dem Hintergrund der beiden einschlägigen Effizienzbegriffe spezifiziert sind, fragt es sich nun natürlich, inwieweit umweltpolitische Eingriffe sie erfüllen können. Dabei sind dynamisch formulierte Internalisierungsstrategien an der Norm des dynamisierten Begriffs der Allokationseffizienz zu messen. Für dynamisch formulierte standardorientierte Instrumente der Umweltpolitik gilt dagegen die Norm des dynamischen Konzepts der Kosteneffizienz. In dem hier in Rede stehenden umweltökonomischen Grundmodell untersuchen wir die Erfolgchancen für die Umweltpolitik unter sehr günstigen Bedingungen. Die Welt, in der Umweltpolitik betrieben wird, sei zunächst insofern als „fast vollkommen“ vorgestellt, als das im Zentrum der Analyse stehende Umweltproblem die einzige Abweichung von den Bedingungen der eingangs kurz angesprochenen Arrow-Debreu-Welt sei, in der sich optimale Gleichgewichte dezentral erreichen lassen. Es gibt also zusätzlich zu dem primär thematisierten externen Umwelteffekt bzw. der betrachteten Emission weder sonstige externe Effekte noch Marktmacht, Abweichungen zwischen privater und sozialer Diskontrate oder unvollständige Information.

b) Internalisierung und induzierter technischer Fortschritt

Es lässt sich zeigen, dass es unter den hier beschriebenen idealen Bedingungen möglich ist, die dynamisch allokatorenseffiziente Situation durch den Einsatz einer adäquat ausgestalteten Internalisierungsstrategie zu erreichen. Dies gilt unabhängig davon, ob eine Pigou-Steuer, Coase'sche Verhandlungen oder das Haftungsrecht in der Spielart der Gefährdungs- oder der Verschuldenshaftung eingesetzt werden.¹¹ Es ist besonders bemerkenswert, dass im Rahmen der hier unterstellten Bedingungen allokativ effiziente Emissionsvermeidung in den beiden Perioden sowie die optimale Investition in den umwelttechnischen Fortschritt *simultan* angereizt werden können. In der hier beschriebenen Idealwelt ist es nicht nötig, im Sinne eines effizienten umwelttechnischen Fortschritts neben der Umweltpolitik noch eine separate Technologiepolitik zu treiben. Eine entsprechend „designte“ Internalisierungsstrategie schlägt – wenn die ökologiebewegte Leserschaft dieser Zeilen das anthropozentrische Bild gestattet – zwei Fliegen mit einer Klappe.

Betrachten wir als Beispiel eine Pigou-Steuer. Im statischen Kontext ist sie ideal ausgestattet, wenn der Steuersatz den im sozialen Optimum anfallenden Grenzschäden entspricht. Diese Ausgestaltungsregel gilt analog im dynamischen Kontext: In unserem Zweiperioden-

¹¹ Ausführliche Erörterungen der hier nur kurz vorgestellten Zusammenhänge finden sich bei Endres (2007), Endres/Bertram/Rundshagen (2007a) und Endres/Rundshagen (2008).

modell muss der Steuersatz den periodenspezifischen Grenzschäden im jeweiligen sozialen Optimum entsprechen. Es muss allerdings beachtet werden, dass sich im dynamischen Modell die Annahme vollständiger Information noch wesentlich drastischer auswirkt als im statischen Modell. Um das Idealergebnis im statischen Kontext zu erreichen, muss die Politik treibende Instanz die Grenzvermeidungs- und die Grenzschadensfunktion kennen. Sonst kann sie den zielführenden Pigou-Steuersatz nicht veranschlagen. Im Zweiperiodenmodell mit induziertem technischem Fortschritt gilt das ganz genauso für die Anfangsperiode. Für die Schlussperiode muss aber beachtet werden, dass die Grenzvermeidungskostenfunktion vom Investitionsniveau in der Vorperiode abhängt. Die Politik treibende Instanz muss also nicht nur irgendeine Grenzvermeidungskostenkurve kennen, sondern sie muss diejenige Grenzvermeidungskostenkurve kennen, die bei Verwendung der sozial optimalen Technik zustande kommt.¹²

c) Standardorientierte Umweltpolitik und induzierter technischer Fortschritt

Die Ergebnisse der idealtypischen Analyse standardorientierter umweltpolitischer Instrumente im dynamischen Kontext sind völlig analog zu den oben für die Internalisierung ausgeführten. Unter den hier zunächst unterstellten idealtypischen Modellbedingungen kann das dynamisch formulierte Kostenminimum durch adäquate Gestaltung des standardorientierten Instruments erreicht werden. Dies gilt in gleicher Weise für Auflagen, Abgaben und Zertifikate. Eine separate Technologiepolitik ist unter den genannten Modellbedingungen nicht erforderlich.¹³

Induzierter technischer Fortschritt in der Umweltpolitik: Modellerweiterungen

Die raue Wirklichkeit: Umweltpolitik unter erschwerten Bedingungen

Bei der obigen Analyse sind wir der wirtschaftstheoretischen Tradition gefolgt, zunächst einmal etwas Ordnung in das unübersichtliche Dickicht realer Probleme zu bringen. Dies geschah, indem wesentliche Elemente der Realität in einen extrem vereinfachenden ökonomischen Modellrahmen übertragen wurden. Dies hat (so hofft jedenfalls der Autor) zu einer gewissen Klärung geführt. Allerdings kann es sich bei der vorstehend skizzierten Analyse nur um einen ersten Schritt handeln. Für eine realitätsnähere Analyse muss die Frage beantwortet werden, wie sich die Ergebnisse ändern, wenn wir die zahlreichen aus der Praxis bekannten Schwierigkeiten in das Modell „einbauen“. Besonders wichtig erscheint dabei die Frage, ob sich das Bild der Gleichwertigkeit der verschiedenen Internalisierungsstrategien bzw. das Bild der Gleichwertigkeit der verschiedenen Instrumente standardorientierter Umweltpolitik bei realitätsnäherer Analyse korrigiert: Sind die verschiedenen Internalisierungsstrategien bzw. die verschiedenen standardorientierten Instrumente in unterschiedlichem Maße in der Lage, mit den realen Komplikationen fertig zu werden? Für die Beantwortung dieser Frage besteht noch ein erheblicher Forschungsbedarf. Zur Strukturierung der folgenden Analyse werfen wir zunächst einen Blick auf die zu Anfang präsentierte Liste von Ursachen, die Abweichungen zwischen dezentral erreichten Gleichgewichten und sozialen Optima (i. S. der allokativen Effizienz bzw. der Kosteneffizienz) begründen können. Wir stellen die dort allgemein formulierten Einträge in den spezifischen Kontext des induzierten umwelttechnischen Fortschritts. Das Augenmerk richtet sich insbesondere auf die folgenden drei Problemtypen:

¹² Wie nicht anders zu erwarten, gibt es zahlreiche Literaturbeiträge, in denen angenommen wird, die Produktivität der Investitionen in den technischen Fortschritt sei nicht mit Sicherheit bekannt. Vgl. z.B. Baker/Adu-Bonnah (2008), Endres/Bertram (2006). In der zuerst genannten Quelle werden auch Interaktionen zwischen der Unsicherheit hinsichtlich der Forschungsproduktivität und der Unsicherheit hinsichtlich der durch Emissionsreduktion vermiedenen Schäden untersucht.

¹³ Ausführliche Begründungen dieser Aussagen finden sich in Endres (2007), (2008), Endres/Bertram/Rundshagen (2007c).

- *Research Spillovers*

In dem obigen einfachen Grundmodell war implizit unterstellt, dass Investition in den technischen Fortschritt ein rein privates Gut ist. Dies bedeutet, dass jede Firma, die in den technischen Fortschritt investiert, in der Lage ist, sich die Erträge ihrer Investition vollständig exklusiv anzueignen. Die Investition einer bestimmten Firma in der Periode 0 senkt ausschließlich die Grenzvermeidungskostenfunktion dieser Firma in der Periode 1 ab und sonst hat niemand etwas davon. In der forschungsökonomischen Literatur wird dagegen betont, dass von F&E Aktivitäten einer Firma positive externe Effekte ausgehen. Von den Forschungsanstrengungen einer Firma profitieren zu mehr oder weniger großen Teilen auch andere Firmen.¹⁴ Wenn wir diese allgemeine forschungsökonomische Weisheit auf unseren spezifischen umweltpolitischen Kontext übertragen, so haben wir es im Gegensatz zum Grundmodell nicht mit einem einzigen externen Effekt zu tun, sondern gleich mit zweien. Analysiert man technischen Fortschritt im umweltpolitischen Kontext, so treten also zwei Formen des Marktversagens simultan auf.

- *Diskontratendivergenzen*

Im oben skizzierten Grundmodell der Induktion des umwelttechnischen Fortschritts durch den Einsatz von Internalisierungsstrategien oder standardorientierten umweltpolitischen Instrumenten ist von einer Diskontierung zukünftiger Erträge nicht die Rede gewesen. Dies ist für einen ökonomischen Text, der sich mit intertemporalen Zusammenhängen beschäftigt, eher ungewöhnlich. Zunächst war jedoch die Außerachtlassung der Diskontierung im Interesse einer Vereinfachung der Darstellung durchaus vertretbar. Es zeigt sich nämlich bei näherer Analyse, dass sich die Modellergebnisse durch Einführung von Diskontierung solange nicht ändern, wie die soziale Diskontrate der privaten entspricht (Endres/Bertram/Rundshagen, 2007a). Natürlich: Bei einer tiefergehenden Analyse darf die Diskussion um Abweichungen zwischen den beiden Diskonraten nicht übersehen werden. Folgt man der in der Literatur überwiegend vertretenen Auffassung, dass die privaten Entscheidungsträger zukünftige Effekte ihres gegenwärtigen Tuns stärker abwerten als die Gesellschaft, so folgt unmittelbar, dass im unkorrigierten Gleichgewicht zu wenig in den umwelttechnischen Fortschritt investiert wird. Die Frage lautet entsprechend, ob verschiedene politische Instrumente mit diesem Problem unterschiedlich gut umgehen können.

- *Asymmetrische Information*

Oben war unterstellt, die Produktivität von Investitionen in den technischen Fortschritt sei bekannt und damit bleibe auch hinsichtlich des optimalen Niveaus von Emissionsvermeidung und Investition in den technischen Fortschritt kein Zweifel. In der Realität sind aber natürlich die Informationen über Erfolge von Bemühungen in Forschung und Entwicklung höchst ungewiss. Darüber hinaus sind sie vermutlich zwischen der Umweltpolitik treibenden Instanz und den potenziellen Innovatoren asymmetrisch verteilt. Wegen der herausragenden Bedeutung, die der Annahme der vollständigen Information im Grundmodell zukommt, ist es besonders wichtig zu fragen, inwieweit sich die Aussagen über die Eignung von Internalisierungsstrategien bzw. standardorientierten umweltpolitischen Instrumente ändern, wenn asymmetrische Information zwischen Regulierern und Regulierten in das Modell einbezogen wird.

¹⁴ Das *Patentrecht* soll die negativen Anreizeffekte, die sich aus Research Spillovers ergeben, begrenzen. Eine nähere Analyse zeigt jedoch, dass dies (wie so häufig im Leben) nicht so einfach ist, wie es auf den ersten Blick scheint. Vgl. z.B. Pary (2003).

Eine vollständige Erörterung müsste nun eine vergleichende Analyse des folgenden Designs durchführen: Alle Internalisierungsstrategien müssten darauf untersucht werden, inwieweit sie dem Ziel der dynamischen Allokationseffizienz in einer Welt noch nahe kommen können, die durch eine oder mehrere der oben beschriebenen Komplikationen gekennzeichnet ist. Vermutlich würde es sich zeigen, dass es keine Internalisierungsstrategie gibt, die alle anderen in dem Sinne *dominiert*, dass sie mit allen genannten Schwierigkeiten (und gegebenenfalls deren Kumulation) mit Blick auf die Herstellung dynamischer Allokationseffizienz „besser fertig wird“ als die anderen. Vielmehr ist zu erwarten, dass die Eignungsrangfolge der Internalisierungsstrategien von der jeweils untersuchten Problemkonstellation abhängt. Das eine Internalisierungsinstrument mag z.B. mit dem Problem der Research Spillovers besser „fertig werden“, das andere dagegen mit dem Problem der asymmetrischen Information. Ebenso wie mit den Internalisierungsstrategien und ihrer Eignung, dynamische Allokationseffizienz herzustellen, müsste mit den Instrumenten standardorientierter Umweltpolitik und ihrer Eignung Kosteneffizienz herzustellen, verfahren werden.

Natürlich fassen wir mit dieser Aufgabenbeschreibung ein großes Forschungsprogramm ins Auge. Wir müssen uns hier auf ein kleines Beispiel für die gemeinte Art der Fragestellung und ihrer Bearbeitung konzentrieren: Nachfolgend vergleichen wir exemplarisch zwei Internalisierungsstrategien, die (jeweils idealtypische) Verschuldens- und die Gefährdungshaftung. Die Situation, in der die beiden Instrumente angewendet werden, sei dadurch charakterisiert, dass neben dem externen Umwelteffekt eine Diskontratendivergenz auftritt: Die private Diskontrate liege über der sozialen.¹⁵

*Ein Beispiel für dynamische Umweltpolitik bei unvollkommenen Märkten:
Diskontratendivergenz und Umwelthaftungsrecht*

Betrachten wir zunächst die *Gefährdungshaftung*. Die Innovationsentscheidung ist dadurch charakterisiert, dass die Investitionen in den umwelttechnischen Fortschritt in der Gegenwartsperiode anfallen, die Erträge (nämlich günstigere Vermeidungskosten) dagegen erst in der Zukunftsperiode. Bei überhöhter privater Diskontrate schlägt der zukünftige Ertrag für den Entscheidungsträger in geringerem Maße zu Buche als für die Gesellschaft. Die gleichgewichtige Investition in den umwelttechnischen Fortschritt fällt also aus gesellschaftlicher Sicht zu gering aus. Damit ist die zukünftige Vermeidungskostenkurve im Vergleich zu ihrem optimalen Verlauf überhöht. Dies bedeutet auch, dass in der Zukunftsperiode weniger Emissionen vermieden werden als nach dem Gebot der Allokationseffizienz erforderlich wäre. Die beschriebene Diskontratendivergenz führt also bei der Gefährdungshaftung zu doppeltem Regulierungsversagen: Im Gleichgewicht der Zukunftsperiode werden zu wenig Emissionen mit zu schlechter Technik vermieden.

Differenzierter fällt das Allokationsergebnis bei der *Verschuldenshaftung* aus. Spüren wir der Überlegung einer repräsentativen Modellfirma hinsichtlich der Einhaltung des Verschuldensstandards in der Zukunftsperiode nach:¹⁶ Wir unterstellen dazu zunächst, die private Diskontrate des betrachteten Entscheidungsträgers liege nur „sehr geringfügig“ über der sozialen Diskontrate. Dies begründet erstens einen Anreiz, das gleichgewichtige Investitionsniveau geringfügig unter dem optimalen Investitionsniveau zu platzieren. Da sich der Verschuldens-

¹⁵ Die hier ausgeblendeten Probleme von Research Spillovers werden bei Endres/Rundshagen/Bertram (2008) im Vergleich zwischen Verschuldens- und Gefährdungshaftung behandelt. Das hier ebenfalls ausgeblendete Problem der asymmetrischen Information behandeln Endres (2008) und Endres/Bertram/Rundshagen (2007a) für alternative standardorientierte Instrumente.

¹⁶ Wir gehen hier davon aus, als Verschuldensstandard werde das allokationseffiziente Emissionsniveau festgelegt: Wer mehr emittiert, handelt per definitionem „schuldhaft“ und haftet. Wer den Standard dagegen einhält, braucht keine Kompensation zu leisten. Bei Endres/Bertram/Rundshagen (2007a) wird eine alternative Variante der Verschuldenshaftung untersucht.

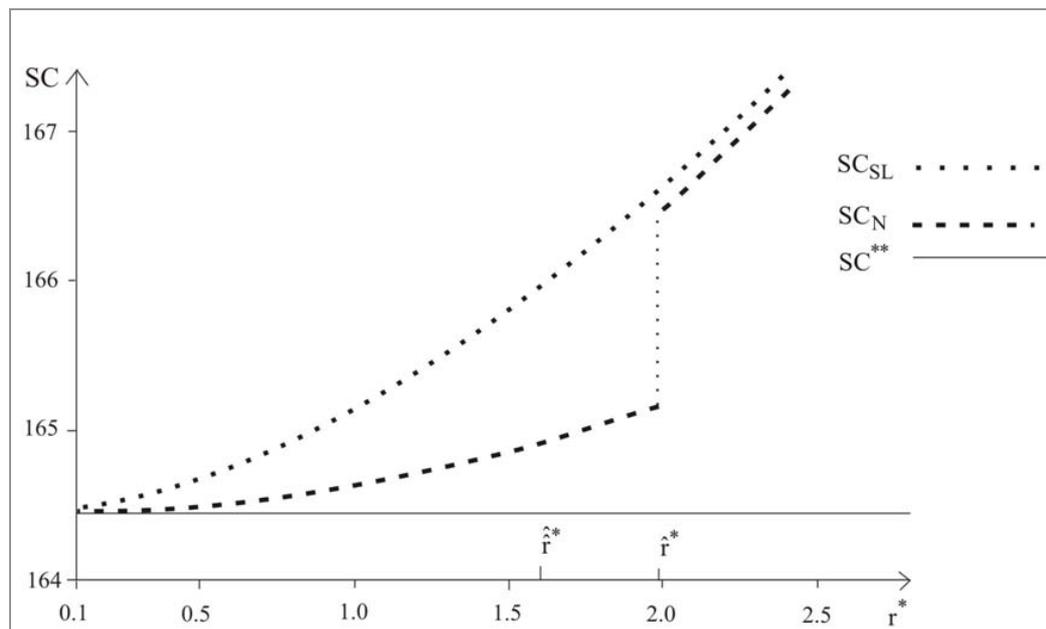
standard auf das Emissionsniveau (und nicht auf das Investitionsniveau) bezieht, ist die gleichgewichtige Abweichung vom allokatationseffizienten Investitionsniveau für den Haftungstatbestand folgenlos. Zweitens würde mit der schlechteren (und das heißt hier auch: teureren) Technik in der Zukunft eine gleichgewichtige Emissionsreduktion realisiert, die geringfügig unter dem Emissionsstandard läge. Wenn die Firma diesem zweiten Anreiz zu einer geringfügigen Abweichung vom Allokationsoptimum nachgäbe, würde sie für die damit erzielte geringe Ersparnis aber einen hohen Preis bezahlen: Sie würde nämlich zur Kompensation der von ihr angerichteten externen Kosten herangezogen. Verzichtet sie auf die marginale Abweichung, spart sie diesen gesamten Kostenblock. Es ist sehr plausibel (und bestätigt sich bei genauerer Modellierung; Endres/Bertram/Rundshagen (2007a) und Endres/Bertram/Rundshagen (2007b)), dass dies für die Firma ein schlechtes Geschäft wäre. Wenn die Diskontratenabweichung gering ist, so verzichtet die Firma auf die aus ihrer Sicht eigentlich attraktive Abweichung ihrer Gleichgewichtsemission vom Verschuldensstandard und „verdient“ sich mit diesem Verzicht die Freistellung von der Haftung.

Nur wenn die Divergenz zwischen privater und sozialer Diskontrate „groß“ ausfällt, ist die durch die Unterinvestition in der Gegenwartsperiode gesparte Investitionssumme größer als der Gegenwartswert der als Folge der Unterinvestition in der Zukunft zusätzlich aufzubringenden Kompensationssumme (zuzüglich der veränderten Vermeidungskosten). Bei „großer“ Diskontratendivergenz investiert die Firma also im Gleichgewicht der ersten Periode zu wenig und emittiert im Gleichgewicht der zweiten Periode zu viel.

Spezifiziert man die bei der obigen verbalen Erörterung implizit berücksichtigten qualitativen Zusammenhänge numerisch, so lassen sich die Unterschiede der Wohlfahrtswirkungen von Verschuldens- und Gefährdungshaftung zur Wohlfahrt in der allokativ effizienten Situation in Abhängigkeit von der Höhe der Diskontratendivergenz quantifizieren. Mit numerisch spezifizierten Vermeidungs- und Schadenskostenfunktionen ist auch zu berechnen, welche Diskontratendivergenz im oben beschriebenen Sinne „groß“ oder „klein“ ist. Die folgende Abbildung beschreibt die unter den beiden Haftungsregeln im Gleichgewicht anfallenden sozialen Kosten (als Summe von Vermeidungskosten und externen Schäden) in Abhängigkeit von der Diskontratendivergenz (SC_N für die Verschuldens-, SC_{SL} für die Gefährdungshaftung). Die Differenz zwischen privater und sozialer Diskontrate wird als \hat{r}^* bezeichnet. Die mit SC^{**} bezeichnete Wohlfahrt im sozialen Optimum ist definitionsgemäß von der Diskontratendivergenz unabhängig.

Auffällig ist, dass die Kurve der unter der Verschuldenshaftung im Gleichgewicht anfallenden sozialen Kosten bei der Diskontratendivergenz \hat{r}^* einen Sprung aufweist. Dies liegt daran, dass der Modellagent bei Diskontratendivergenzen, die unter diesem kritischen Wert liegen, den Verschuldensstandard in der Zukunftsperiode (wenn auch schweren Herzens) einhält. Er ist damit aus der Haftung befreit und muss lediglich Emissionsvermeidungskosten und Investitionskosten tragen. In diesem Bereich verursacht er wegen seiner partiellen Bindung an die im Allokationsoptimum herrschenden Verhältnisse soziale Kosten, die (im Vergleich zur Gefährdungshaftung) nah an den minimalen sozialen Kosten liegen. Eine gewisse Überhöhung ergibt sich allerdings dadurch, dass er das optimale Emissionsvermeidungsniveau in der Zukunftsperiode mit einer geringfügig suboptimalen Technik herstellt. Dies liegt an seiner über dem sozial richtigen Ausmaß liegenden Diskontierung. Jenseits des Schwellenwertes \hat{r}^* ist der Entscheidungsträger überhaupt nicht mehr an die sozial optimale Situation gebunden. Er ignoriert im Gleichgewicht den Sorgfaltsstandard und verhält sich daher mit Blick auf seine Emissionsvermeidung und mit Blick auf sein Investitionsniveau, als ob die Gefährdungshaftung gelte. Aus diesem Grunde verlaufen die Sozialkostenkurven von Verschuldens- und Gefährdungshaftung in diesem Bereich deckungsgleich.

Abbildung 1: Diskontratendivergenz und soziale Kosten am Beispiel des Umwelthaftungsrechts (Verschuldenshaftung mit sozial optimalem Standard)



Quelle: Endres/Bertram/Rundshagen (2007b)

Zur Ökonomie einer ökologischen Technologiepolitik

Mit der obigen kurzen Erörterung ist anhand eines Beispiels angedeutet worden, auf welche Weise Umweltpolitik umwelttechnischen Fortschritt induzieren kann. Das Ausmaß des Induktionseffekts kann durch die Gestaltung der Umweltpolitik beeinflusst werden. Eine genauere Analyse kann Aufschluss darüber geben, mit welcher umweltpolitischen Instrumentierung die im Erörterungskontext dynamisch gefassten Normen der Allokationseffizienz oder der Kosteneffizienz am ehesten angenähert werden können.

Es ist aber auch deutlich geworden, dass die Umweltpolitik allein dynamische Effizienz nicht gewährleisten können. Es liegt also nahe zu prüfen, wie der umweltpolitische Instrumenteneinsatz durch eine gezielte ökologisch orientierte Technologiepolitik sinnvoll ergänzt werden könnte. Hier geht es insbesondere um den Einsatz staatlicher Mittel zur Förderung von Invention, Innovation und Diffusion ökologisch überlegener Technologien. Dabei muss allerdings folgendes beachtet werden:

Aus der obigen Darstellung hat sich ergeben, wie eng Anreize zur Emissionsvermeidung mit den Anreizen zur Einführung des umwelttechnischen Fortschritts verbunden sind. Wir haben es hier keineswegs mit voneinander separierten Problembereichen zu tun, die entsprechend durch den Einsatz unabhängig voneinander gestalteter Politiken reguliert werden dürfen. Vielmehr folgt, dass Umweltpolitik und ökologische Technologiepolitik unter Berücksichtigung ihrer Wirkungsinterdependenzen eng miteinander abgestimmt werden müssen.¹⁷ Für die Entwicklung eines effizienten Portefeuilles aus Umweltpolitik und ökologischer Technologiepolitik ist im wissenschaftlichen Bereich eine stärkere Zusammenarbeit zwischen Umweltökonomik und Industrieökonomik erforderlich.

¹⁷ Als Beispiel mag die „doppelte Verschuldenshaftung“ dienen, bei der ein Emissionsstandard mit einem Technologiestandard kombiniert wird. Vgl. Endres/Bertram/Rundshagen (2007a), (2007b).

Aber auch für sich selbst betrachtet muss die ökologische Technologiepolitik „optimiert“ werden. Schließlich kann der umwelttechnische Fortschritt durch verschiedene staatliche Unterstützungen gefördert werden. Die einzelnen technologiepolitischen Instrumente (und ihre Kombinationen) müssen natürlich ebenso nach strengen Beurteilungskriterien evaluiert werden, wie dies in der Umweltökonomik mit Blick auf die umweltpolitischen Instrumente traditionell geschieht.

Fazit

- Anders als es in der wirtschaftspolitischen Diskussion meist scheint, handelt es sich bei *Effizienz* und *technischem Fortschritt* nicht um voneinander unabhängige Konzepte. Vielmehr ist ein ökonomisch reflektierter Begriff vom technischen Fortschritt nichts anderes als ein dynamisierter Effizienzbegriff. Er kann in den Spielarten der Kosteneffizienz und der Allokationseffizienz operationalisiert werden. Unter idealtypischen Bedingungen kann eine dynamische Internalisierung externer Effekte allokationseffizienten technischen Fortschritt induzieren. Eine ideale standardorientierte Umweltpolitik induziert kosteneffizienten technischen Fortschritt.
- Die Analyse unter idealtypischen Bedingungen ist zunächst einmal für eine Ordnung der Gedanken unerlässlich. Im Interesse der Genese politikrelevanter Aussagen dürfen wir jedoch nicht bei der idealtypischen Konstruktion verharren. Vielmehr müssen wir die in der Realität auftretenden Komplikationen im wirtschaftstheoretischen Modell berücksichtigen. Im Erörterungskontext bedeutet dies, dass wir asymmetrische Information, Research Spillovers, Diskontratendivergenzen und andere Phänomene, die die Politik in der Realität erschweren, in die ökonomische Analyse der effizienz- und innovationsorientierten Umweltpolitik einbeziehen müssen. Dabei zeigt sich, dass sich Internalisierungsstrategien und standardorientierte Instrumente nicht nur in ihren statischen Effizienzeigenschaften unterscheiden. Sie unterscheiden sich vielmehr auch in ihrer Fähigkeit, effizienten technischen Fortschritt zu induzieren. Die Erforschung der statischen und dynamischen Effizienzeigenschaften unterschiedlicher Varianten der Umweltpolitik ist bei weitem noch nicht abgeschlossen.
- Die Instrumente einer ökologischen Technologiepolitik müssen ebenso vergleichend auf ihre Effizienz überprüft werden, wie dies bei den Instrumenten der Umweltpolitik seit langem geschieht. Angesichts der vielfältigen Anreize, die vom planvollen umweltpolitischen Instrumenteneinsatz auf den umwelttechnischen Fortschritt ausgehen, muss die ökologische Technologiepolitik außerdem mit der Umweltpolitik detailliert abgestimmt werden. Umweltpolitik und ökologische Technologiepolitik müssen Teile eines instrumentellen Portefeuilles sein, das simultan statische und dynamische Effizienz an der Schnittstelle zwischen Ökonomie und Ökologie befördert.

Literatur

- Baker, Erin/Kwame Adu-Bonnah (2008): Investment in Risky R&D Programs in the Face of Climate Uncertainty, in: *Energy Economics* 30, 465-486.
- Baumol, William J./Wallace D. Oates (1971): The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment, in: *Swedish Journal of Economics* 73, 42-54.
- Cunha-e-Sá, Maria A., Ana B. Reis (2007): The Optimal Timing of Adoption of a Green Technology, in: *Environmental and Resource Economics* 36, 35-55.
- Endres, Alfred, (2007): *Umweltökonomie*, 3. Aufl., Stuttgart: Kohlhammer.

- Endres, Alfred/Regina Bertram/Bianca Rundshagen (2007a): Environmental Law and Induced Technical Change: The Role of Discounting, in: Environmental and Resource Economics 36, 341-366.
- Endres, Alfred/Regina Bertram/Bianca Rundshagen (2007b): The Economics of Environmental Liability Law – A Dynamic View, in: Baake, Pio/Borck, Rainald (Hrsg.), Public Economics and Public Choice, Festschrift für Ch. B. Blankart, Heidelberg: Springer, 201-219.
- Endres, Alfred/Regina Bertram/Bianca Rundshagen (2007c): Inducing Technical Change by Standard Oriented Environmental Policy: The Role of Information, Discussion Paper Nr. 417, Fakultät für Wirtschaftswissenschaft der FernUniversität in Hagen.
- Endres, Alfred (2008): The Use of Standards and Prices in Environmental Law: A Dynamic Perspective, in: Eger, Thomas/Bigus, Jochen/Ott, Claus/v. Wangenheim, Georg (Hrsg.), Internationalisierung des Rechts und seine ökonomische Analyse, Festschrift für H.-B. Schäfer, Wiesbaden: Gabler, 431-441.
- Endres, Alfred/Regina Bertram (2006): The Development of Care Technology under Liability Law, in: International Review of Law and Economics 26, 503-518.
- Endres, Alfred/Jörn Martiensen (2007): Mikroökonomik – Eine integrierte Darstellung traditioneller und moderner Konzepte in Theorie und Praxis, Stuttgart: Kohlhammer.
- Endres, Alfred/Bianca Rundshagen (2008): A Note on Coasean Dynamics, in: Environmental Economics and Policy Studies 9, 57-66.
- Endres, Alfred/Bianca Rundshagen/Regina Bertram (2008): Environmental Liability Law and Induced Technical Change – The Role of Spillovers, in: Journal of Institutional and Theoretical Economics 164, 254-279.
- Golombek, Rolf/Michael Hoel (2006): Second-Best Climate Agreements and Technology Policy, in: Advances in Economic Analysis & Policy 6, 1-27.
- Kemfert, Claudia (2005): Induced Technical Change in a Multi-Regional, Multi-Sectoral, Integrated Assessment Model (WIAGEM), in: Ecological Economics 54, 293-305.
- Kverndokk, Snorre/Knut E. Rosendahl (2007): Climate Policies and Learning by Doing: Impacts and Timing of Technology Subsidies, in: Resource and Energy Economics 29, 58-82.
- Jaffe, Adam B./Richard G. Newell/Robert N. Stavins (2002): Environmental Policy and Technological Change, in: Environmental and Resource Economics 22, 41-69.
- Lehmann-Waffenschmidt, Marco (Ed.) (2007): Innovations towards Sustainability, Heidelberg: Physica.
- Lutz, Christian/Bernd Meyer/Jan Nill/Joachim Schleich (2007): Windows of Opportunity for Radical Technological Change in Steel Production and the Influence of CO₂ Taxes, in: Lehmann-Waffenschmidt, Marco (Hrsg.), Innovation towards Sustainability, Heidelberg: Physica, 3-17.
- Michaelis, Peter (2003): Zum Innovationsanreiz umweltpolitischer Instrumente, in: Jahrbuch für Wirtschaftswissenschaften 54, 288-300.
- Parry, Ian W.H. (2003): On the Implications of Technological Innovation for Environmental Policy, in: Environmental and Development Economics 8, 57-76.

- Rennings, Klaus (2007): Comment: Approaches to Modelling of Innovations for Sustainable Economic Systems, in: Lehmann-Waffenschmidt, Marco (Hrsg.), Innovation towards Sustainability, Heidelberg: Physica, 3-17.
- Requate, Till (2005): Dynamic Incentives by Environmental Policy Instruments – A Survey, in: Ecological Economics 54, 175-195.
- Schwarze, Reimund (2001): Zur dynamischen Anreizwirkung von Umweltzertifikaten, in: Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 24, 519-536.
- Ulph, Alistair/David Ulph (2007): Climate Change – Environmental and Technology Policies in a Strategic Context, in: Environmental and Resource Economics 37, 159-180.
- Umweltbundesamt (2007): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden – Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten, (Redaktion: Sylvia Schwermer), Berlin: UBA.
- Varian, Hal R. (2007): Grundzüge der Mikroökonomik, 7. Aufl., München: Oldenbourg.

UMWELTPOLITISCHE POTENZIALE UND GRENZEN EINER ÖKOLOGISCHEN INDUSTRIEPOLITIK

von Gernot Klepper und Nadine Heitmann

Zusammenfassung

Mit dem Konzept der Ökologischen Industriepolitik stellt das BMU eine neue Form der Umweltpolitik vor, um auf die Herausforderungen der ökologischen Veränderungen in unserer Umwelt im lokalen wie im globalen reagieren zu können. Mit welchen Instrumenten die mit diesem Konzept verfolgten Ziele auch tatsächlich ökologisch effektiv und ökonomisch effizient erreicht werden können, wird in diesem Beitrag diskutiert. Die Erörterung der vier Ziele der Ökologischen Industriepolitik zeigt, dass eine Politikkoordination weit über die Industrie und die klassischen industriepolitischen Instrumente hinaus erforderlich ist, und dass manche Ziele vorwiegend das klassische umweltökonomische Instrumentarium erfordern, das durch industriepolitische Maßnahmen unterstützt werden kann. Was das BMU unter dem Konzept der Ökologischen Industriepolitik versteht, ist eigentlich ein Plädoyer für eine ressortübergreifende ökologische Politikkoordination.

Einleitung

Im Juni 2006 warb Bundesumweltminister Gabriel für einen gemeinsamen „New Deal“ für Wirtschafts-, Umwelt- und Beschäftigungspolitik (BMU 2006). Innovationen sollen den Kern dieses „New Deal“ bilden und als „dritte industrielle Revolution“ (ebd.) den Durchbruch für neue Technologien und für die Leitmärkte der Zukunft bringen. „Wir brauchen eine innovationsorientierte Umweltpolitik als eine intelligente Form der Wirtschaftspolitik, eingebettet in eine ökologische Industriepolitik“ (Gabriel 2007). Die Dimension einer solchen Politik verdeutlicht Matthias Machnig, der von der Notwendigkeit spricht, die ökologische Industriepolitik durch die Kooperation von Staat, Wirtschaft und Gesellschaft zu verwirklichen. Insbesondere sei es Aufgabe des Staates, die Wirtschafts-, Forschungs-, Infrastruktur-, Außen-, Entwicklungs-, Energie- und Umweltpolitik intelligent zu verknüpfen (Machnig 2007).

Ausgangspunkt der Initiative zu einer ökologischen Industriepolitik sind die Umbrüche in der Weltwirtschaft: Die immer stärkere Vernetzung nationaler Märkte im Rahmen des viel beschriebenen Prozesses der Globalisierung sowie die zunehmenden Wachstumsraten, insbesondere der Wirtschaften Asiens, aber auch einiger lateinamerikanischer Länder. Gleichzeitig wecken die vergangenen Preissteigerungen bei fossilen Energieträgern und bei wichtigen Agrarrohstoffen die Befürchtung, dass die Knappheit an natürlichen Ressourcen zur Wachstumsbremse werden und zu einer Gefährdung der weltweiten Sicherheit führen könnte. Der „Kampf um Wohlstand“ (BMU 2006: 8) wird nicht nur als Bedrohung für die reichen Länder angesehen. Die Knappheit der Ressourcen erschwert auch zunehmend die Bekämpfung von Hunger und Armut in den Entwicklungs- und Schwellenländern.

Nachhaltige Entwicklung

Die Ökologische Industriepolitik ist eine der Antworten auf die Herausforderung der ökologischen Veränderungen in unserer lokalen und globalen Umwelt. Sie ist damit Teil der Aufgabe von dem Pfad der heutigen wirtschaftlichen Ausbeutung der Naturressourcen zu einer nachhaltigen Entwicklung zu kommen, die gleichzeitig soziale, ökologische und wirtschaftliche Nachhaltigkeit sicher stellt. Das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung liegt

letztendlich in der Entkopplung des wirtschaftlichen Wachstums von dem Verbrauch an Umweltressourcen durch eine nachhaltige Nutzung dieser natürlichen Ressourcen¹.

Wasser, Land und Atmosphäre sowie fossile Energieträger und mineralische Rohstoffe (z.B. Uran) stehen uns Menschen unter den heutigen Nutzungsbedingungen nicht unbegrenzt zur Verfügung. Aber nicht nur die quantitative Nutzung dieser Ressourcen schafft Knappheitsprobleme, mit ihrem Verbrauch gehen auch qualitative Veränderungen der Ressourcenverfügbarkeit einher. Klimawandel, Landnutzungskonflikte und Wasserknappheit sind die sich aus der weitgehend nicht-nachhaltigen Nutzung ergebenden dringendsten Probleme, die es zu lösen gilt. So ist der globale und exzessive Einsatz fossiler Energieträger in den Industrie- und Schwellenländern, der – inzwischen unbestritten – zum Klimawandel beiträgt, ein Beispiel für nicht-nachhaltiges Wirtschaften. Hierbei steht nicht etwa die Knappheit bzw. die Endlichkeit fossiler Energieträger im Vordergrund, sondern vielmehr die mit ihrer Nutzung einhergehenden negativen externen Effekte wie z. B. Umweltschäden.

Eine am Nachhaltigkeitsprinzip orientierte Wirtschaftsweise erfordert einen vorsichtigeren Umgang der Gesellschaft mit ihren Umweltressourcen. Die Ökologische Industriepolitik versucht auf diese Knappheiten Antworten zu geben, indem sie neben den Zielen auch die Instrumente zur Erreichung der Nachhaltigkeit benennt.

Die Ziele der Ökologischen Industriepolitik

Eine neue politische Strategie sollte sich zusammensetzen aus den Zielen, die erreicht werden sollen, und den Mitteln, mit denen man sie erreichen will. Unterstützt werden sollte diese Strategie durch eine Analyse der Aus- und Nebenwirkungen des geplanten Mitteleinsatzes. Es würde in diesem Beitrag zu weit führen, das ganze Ziel-Mittel-Spektrum im Detail zu analysieren und zu kommentieren. Vielmehr wollen wir uns auf die Diskussion einiger Annahmen der vier Ziele der Ökologischen Industriepolitik konzentrieren und dann ein besonderes Augenmerk auf die bisher noch nicht genauer aufgeführten Mittel legen. Dies halten wir für wichtig, um zu identifizieren, inwieweit die Ziele der Ökologischen Industriepolitik tatsächlich industriepolitische Maßnahmen im herkömmlichen Sinn erfordern.

Mit der Ökologischen Industriepolitik sollen folgende Ziele erreicht werden (BMU 2007: 4-5):

1. Ein- und Umstellung der industriellen Produktionsstrukturen auf knapper werdende Ressourcen.
2. Bessere Ausrichtung der Industrie auf die Märkte der Zukunft, insbesondere damit die heimische Industrie nicht gegenüber dem Ausland ins Hintertreffen gerät und dadurch Arbeitsplätze gefährdet werden.
3. Erreichung von Technologiesprüngen bei integrierten Umwelt- und Effizienztechnologien (vor allem in den industriellen Kernbereichen Energie und Stoffnutzung).
4. Förderung einer „nachhaltigen Industrialisierung“ durch Industrialisierungssprünge in den Entwicklungs- und Schwellenländern auf ein hohes technologisches und ressourceneffizientes Niveau statt „nachholender Entwicklung“.

Diese Ziele sind zunächst als Wunschvorstellungen kaum zu kritisieren und decken einen guten Teil des Spektrums einer nachhaltigen Entwicklung ab. Wir wollen diese im Folgenden auch nicht weiter diskutieren, sondern auf die Konsequenzen eingehen, die gezogen werden

¹ Ressourcenökonomisch werden unter dem Begriff „natürliche Ressourcen“ zum einen erschöpfliche und zum anderen erneuerbare bzw. regenerierbare Ressourcen subsumiert (Endres 2000: 3).

müssen, um diese Ziele zu erreichen. Im Prinzip geht es dabei wie so oft um die Frage nach den Gründen und Notwendigkeiten für ein Eingreifen des Staates in Form einer Ökologischen Industriepolitik. Was sind die Gründe für ein Versagen der Märkte, wenn es beispielsweise um den schonenden und effizienten Umgang mit natürlichen Ressourcen oder die Erreichung von Technologiesprüngen bei integrierten Umwelt- und Effizienztechnologien geht? Was wird unter den „Märkten der Zukunft“ verstanden und wieso benötigt die deutsche Industrie Hilfestellungen vom Staat, wenn es darum geht, ihr Handeln auf die richtigen, zukunftssträchtigen Wachstumsbranchen auszurichten? Kann mit der Ökologischen Industriepolitik die Nachfrage nach ökoeffizienten Technologien in den Entwicklungs- und Schwellenländern so gesteuert werden, dass dort eine nachhaltige Industrialisierung möglich ist?

Antworten auf diese Fragen verlangen zum einen eine Analyse der Notwendigkeiten von Staatseingriffen in ein marktwirtschaftliches System. Dabei geht es nicht allein um die Frage nach den externen Effekten, sondern auch um die indirekten Kosten solcher Interventionen, insbesondere wenn – wie wir argumentieren – eigentlich eine Vielzahl von Eingriffen nötig wäre. Zum anderen geht es darum, wie diese Eingriffe konkret aussehen müssen, d.h. welche Politikinstrumente sind tatsächlich für die Zielerreichung die erste Wahl. Daran folgend ist die Frage zu stellen, ob diese Interventionen mit dem Begriff Ökologische Industriepolitik angemessen beschrieben sind. Dies wollen wir anhand der vier Ziele diskutieren.

Die vier Ziele im Einzelnen

Die Ein- und Umstellung der industriellen Produktionsstrukturen auf knapper werdende Ressourcen ist eine große Aufgabe. Die Frage dabei ist, welche Aufgaben welchen Akteuren in der Gesellschaft zufallen sollten. Kann der Markt die effiziente Allokation natürlicher Ressourcen ohne Intervention regeln? Welche Marktergebnisse bedürfen der Korrektur durch staatliche Instrumente?

Die ressourcenökonomische Betrachtung der Problematik „Verknappung natürlicher Ressourcen“ führt zunächst in eine Differenzierung der natürlichen Ressourcen in nicht-erneuerbare und erneuerbare Ressourcen. Im Mittelpunkt der Diskussion steht dabei das intertemporale Allokationsproblem. Die Besitzer einer nicht-erneuerbaren Ressource werden, unter der Annahme rationalen Verhaltens, einen Abbaupfad verfolgen, der der Hotelling-Regel² entspricht und intertemporal effizient ist. Die Effizienz des Abbaupfades hängt davon ab, ob die privatwirtschaftliche Diskontrate, mit der zukünftige Erträge abdiskontiert werden, die korrekten Zeitpräferenzen der Gesellschaft widerspiegelt. Auch bei erneuerbaren natürlichen Ressourcen, die in privater Hand sind – wie Wald, landwirtschaftlich genutzter Boden und Wasserquellen – spielt die private Diskontrate und damit die mögliche Divergenz zwischen privater und gesellschaftlicher Diskontrate eine wichtige Rolle.

Viele der Annahmen theoretischer und damit stark vereinfachender Modelle sind in der Wirklichkeit nicht erfüllt. Weder die Präferenzen zukünftiger Generationen werden in Terminmärkten adäquat abgebildet, noch werden Marktmacht oder die Ungleichheit privater und sozialer Abbaukosten von natürlichen Ressourcen berücksichtigt (Endres 2000: 69-88). Die damit einhergehenden Ineffizienzen können Anlass sein, die Marktergebnisse zu korrigieren bzw. zu beeinflussen. Allerdings bieten sich keine offensichtlichen industriepolitischen

² Der Hotelling-Regel nach wächst im konkurrenzwirtschaftlichen Fall der Preis mit einer Rate, die dem Zinssatz gleicht. Das bedeutet, dass der Abbau umso schneller voranschreitet, je höher der Zinssatz ist. Im monopolistischen Fall wächst hingegen der Grenzerlös und nicht der Preis mit einer dem Zinssatz entsprechenden Rate. Der Abbau schreitet damit im Normalfall langsamer voran (vgl. Endres 2000: 42, 81).

Maßnahmen an, mit denen diese Marktunvollkommenheiten direkt korrigiert werden können. Dabei ist die Wirkung dieser Marktunvollkommenheiten für die Ressourcennutzung nicht eindeutig. Marktmacht bei natürlichen Ressourcen führt eher zu einem langsameren Abbau als in einer Situation mit stärkerem Wettbewerb. Weicht dagegen die private Diskontrate der Ressourcenbesitzer von der sozialen Diskontrate ab und ist die soziale kleiner als die private Diskontrate, dann sollte aus gesellschaftlicher Sicht die Ressource schneller abgebaut werden als im Marktgleichgewicht.

Im Falle der Ressourcennutzung ist auch das Marktversagen in Form negativer externer Effekte und deren unvollständige bzw. fehlende Internalisierung von Bedeutung. So bedingt die energetische Nutzung fossiler Energieträger wie Kohle und Öl den Ausstoß an CO₂-Emissionen, die wiederum zum Klimawandel beitragen. Der Konsum fossiler Energieträger führt somit zu einer Beschleunigung des Klimawandels, wenn die damit verbundenen externen Effekte in der Preisbildung nicht berücksichtigt werden. Um diesem Marktversagen entgegen zu wirken, muss eine Internalisierung der negativen externen Effekte vorgenommen werden. Diese Internalisierung zielt nicht auf bestimmte Industrien oder bestimmte Märkte ab, sondern sollte möglichst an den Ursachen, im Falle des Klimawandels an den Treibhausgasemissionen, ansetzen.

Es ist festzustellen, dass bei den durch Externalitäten verursachten Ineffizienzen von Märkten das klassische Instrumentarium der Umweltökonomie greifen sollte, das auf eine Korrektur der Marktpreise abzielt. Dies können Emissionssteuern und handelbare Emissionsrechte sein. Bei den intertemporalen Marktunvollkommenheiten ist es weitaus schwieriger, die notwendige Richtung der Korrektur zu finden und diese durch entsprechende Instrumente zu erreichen. Wenn tatsächlich einige natürliche Ressourcen zu schnell abgebaut werden und damit der Preispfad dieser Ressourcen zu flach ist³, dann wäre eine Korrektur der Preise, die zu einer entsprechenden Reaktion der Nachfrage hinsichtlich geringerem Verbrauch und effizienterer Nutzung der Ressource führt, eher zu empfehlen als eine direkte Förderung der Effizienzsteigerung der Ressourcennutzung. Eine einseitige Förderung der Effizienzsteigerung auf der Anbieterseite neuer Produkte führt nicht notwendigerweise zu einer Einsparung an Ressourcen, denn die vom Konsumenten bezogene Dienstleistung wird nicht teurer, sondern eher billiger. Ein effizienterer Kühlschrank verbraucht zwar weniger Strom, könnte aber auch dazu führen, dass die Verbraucher sich größere Kühlschränke kaufen. Umgekehrt führt eine Maßnahme auf der Nachfrageseite automatisch zu einer verstärkten Nachfrage nach ressourceneffizienten Geräten, d.h. die gestiegene Nachfrage nach verbrauchsarmen Kühlschränken verursacht schon allein Anreize zu Verbesserungen in der Effizienz bei den Herstellern.

Bei den erneuerbaren Ressourcen ist es kein Problem, eine nachhaltige Nutzung sicherzustellen, wenn sie in öffentlichem Besitz sind. Diejenigen in Privatbesitz müssen in der Tat reguliert werden. Es handelt sich aber in den meisten Fällen nicht um Industrieunternehmen als Besitzer, sondern eher um landwirtschaftliche Betriebe. Eine besondere industriepolitische Komponente ist dabei nicht zu erkennen.

Dem zweiten Ziel – einer besseren Ausrichtung der Industrie auf die Märkte der Zukunft – liegt die Annahme des BMU zugrunde, dass die Märkte der Zukunft „grün“ sind (BMU 2006: 10). Insbesondere die Märkte für Energie- und Rohstoffeffizienz, Erneuerbare Energien, nachhaltige Mobilität und nachhaltige Wasserwirtschaft werden als sogenannte Leitmärkte bezeichnet, denen ein „günstiges“ Wachstumspotential zugesprochen wird (DIW/ISI/Roland Berger Strategy Consultants 2007: 252). Ein Leitmarkt wird wie folgt definiert: „Als Lead Markt wird ein Markt bezeichnet, von dem aus sich dort entwickelte technologische

³ Dies wird für Erdöl beispielsweise von Sinn (2007) behauptet.

Lösungen weltweit durchsetzen, so dass sich für Unternehmen am heimischen Standort Exportchancen ergeben, die dort Wertschöpfung und Beschäftigung generieren“ (DIW/ISI/Roland Berger Strategy Consultants 2007: 31).

So ergeben Marktschätzungen für das Handlungsfeld umweltfreundliche Energieerzeugung, dass das potenzielle Absatzvolumen in den Märkten Asiens und Osteuropas in den nächsten 10 Jahren das Absatzvolumen der Märkte Westeuropas und Nordamerikas überholen wird (DIW/ISI/Roland Berger Strategy Consultants 2007: 48). Dies wird sicher neue Absatzchancen generieren, trotzdem bleibt unklar, wieso diese Geschäftschancen durch staatliche Unterstützung gefördert werden sollten.

Gemäß einer vom Umweltbundesamt beauftragten Forschungsarbeit zur „Leistungsfähigkeit der deutschen Umwelt- und Klimaschutzwirtschaft im internationalen Vergleich“ war Deutschland im Jahr 2003 größter Exporteur von potentiellen Umwelt- und Klimaschutzgütern mit einem Weltmarktanteil von 18,8% am Welthandel. Die USA und Japan folgten mit jeweils 18,4% und 10,1% (NIW/ISI 2006: 41). Diese Position soll in Zukunft noch weiter ausgebaut werden. Allerdings zeigt die gleiche Studie auch, dass der relative Anteil dieser Güter an den gesamten Exporten Deutschlands im Vergleich zu anderen Industrieländern nur im Mittelfeld liegt. Dänemark und die Schweiz haben sich beispielsweise in dieser Hinsicht viel stärker spezialisiert. Die Revealed Comparative Advantage-Werte, die ein Indikator für die Wettbewerbsfähigkeit der Umwelt- und Klimaschutzindustrie sind, sind zwar positiv, d.h. gegenüber der restlichen deutschen Industrie wird ein relativ betrachtet höherer Exportüberschuss erzielt. Sie sind aber niedriger als in allen anderen wichtigen Industrieländern, mit der Ausnahme Frankreich.

Zweifellos ist Deutschland im Bereich Umweltschutzgüter in der Menge weltweit führend, jedenfalls was den Weltmarktanteil angeht. Aber eine besonders herausragende Position ist anhand der wichtigen Kennziffern für den Außenhandel nicht zu erkennen. Dann stellt sich aber die Frage, warum eine weitere exportorientierte Expansion der Umweltindustrie auf diese Märkte gefördert werden soll und nicht die anderer Wirtschaftszweige, die auch ein großes Exportpotential haben? So sind die Wachstumsraten der weltweiten Nahrungsmittelnachfrage in vermutlich ähnlichen Dimensionen wie die der Umweltschutzgüter.

Es ist keine Frage, dass die internationalen Wettbewerbsvorteile deutscher Umweltschutzgüter zu einem guten Teil auf der schon seit langem von der Bundesregierung und den Ländern verfolgten Umweltpolitik beruhen, die Anreize für neue Technologien geschaffen hat.⁴ Daraus kann man aber nicht im Umkehrschluss folgern, dass eine Förderung von Umwelttechnologien zu einer Verbesserung der Umwelt führt, denn diese müssen auch vom Markt akzeptiert werden. Eine Technologie wie die Photovoltaik, deren Entwicklung durch F&E-Förderung stark unterstützt wurde, kann nur zum Einsatz kommen, weil sie mit hohen erzwungenen Einspeisevergütungen auf den Markt gebracht wird. Im Gegenteil, bei der Forschungsförderung sind auch viele Misserfolge zu verzeichnen. Man denke an den Fusionsreaktor. Es bedarf einer guten Begründung, wieso jetzt die Weiterentwicklung von Umweltschutztechnologien einer besonderen Förderung jenseits der durch den Markt vorgegebenen Anreize bedarf. Wenn die Anreize zur Entwicklung dieser Technologien nicht vom Markt kommen, z.B. weil am Markt nicht die ökologisch korrekten Preise verlangt werden, dann müssten zunächst die Preise korrigiert und nicht die Entwicklung der Technologien gefördert werden. Denn sonst kann es passieren, dass zwar die Technologie verfügbar ist, sie aber niemand einzusetzen oder zu kaufen bereit ist.

⁴ Es stellt sich dabei die Frage, ob von einer weniger ordnungsrechtlichen Umweltschutzpolitik vielleicht noch mehr Innovationsanreize ausgegangen wären, als wir heute beobachten.

Eine andere Frage ist, weshalb gerade die Förderung von Umwelttechnologien die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands sichern soll. Wenn heute schon klar ist, dass die Nachfrage nach Umweltschutzgütern auf den Weltmärkten so schnell zunimmt wie in den oben genannten Untersuchungen vorhergesagt, dann spräche es von wenig Vertrauen in die deutschen Unternehmer, wenn man ihnen unterstellen würde, dass sie diese Exportchancen nicht sehen würden. Andererseits gibt es gute Gründe, von staatlicher Seite Forschungsförderung zu betreiben, um die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands zu sichern und weiterzuentwickeln. Dies sollte, zumindest nach weitgehend übereinstimmender Meinung der Ökonomen, im Bereich der Grundlagenforschung geschehen. Es sollten nicht bestimmte Bereiche wie die Umwelttechnologien, sondern die grundlagenorientierte Technologieentwicklung generell gefördert werden. Die Märkte der Zukunft sind nicht alleine bei den Umwelttechnologien zu finden und die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands wird wahrscheinlich auch nicht durch die Umwelttechnologien bestimmt. Viel schöner wäre es, wenn die innovativen und erfolgreichen Produkte und Technologien, die den Erfolg auf den Weltmärkten ausmachen, auch umweltfreundlich sind.

Die Verfolgung des dritten Ziels – Erreichung von Technologiesprüngen bei integrierten Umwelt- und Effizienztechnologien (vor allem in den industriellen Kernbereichen Energie und Stoffnutzung) – impliziert, dass ohne die Ökologische Industriepolitik Umweltinnovationen⁵ nicht im ausreichenden Maße entwickelt werden. Die Ursache, warum der Markt insbesondere im Falle der Umwelttechnologien keine Technologiesprünge initiiert, kann mit den Eigenschaften von Umwelt- und Effizienztechnologien begründet werden.

Da Umweltgüter wie Luft sogenannte öffentliche Güter sind, fehlt es an Märkten und damit auch an einer Preisbildung für die Nutzung dieser Güter (Michaelis 1996: 14). Eine Umweltinnovation, die zu einer Entlastung eines in Anspruch genommenen Umweltgutes führt, wird erst vom Markt honoriert, wenn eine vollständige Internalisierung der das Umweltgut betreffenden negativen externen Effekte gegeben ist (DIW/ISI/Roland Berger Strategy Consultants 2007: 15-16). Bei einer unvollständigen Internalisierung hingegen sind Umweltinnovationen durch doppelte Externalitäten charakterisiert. Einerseits entstehen positive Spillover Effekte, die bei allen Innovationen entstehen, die nicht komplett durch Patente geschützt sind. Andererseits reduzieren Umweltinnovationen negative externe Effekte in Form von Umweltentlastungen. Diese Gewinne an Umweltqualität gehen aber üblicherweise nicht in das Kalkül der Unternehmen bei deren Entscheidung über die Forschungsinvestitionen ein. Diese doppelte Externalität kann eine staatliche Förderung von Forschung für Umweltinnovationen rechtfertigen.

Ein weiteres Argument für eine verstärkte Forschungsförderung liegt in der Unsicherheit über die Reaktion der Umwelt auf die menschlichen Eingriffe in die Natur. Das Vorsorgeprinzip verlangt, dass bei großer Unsicherheit von staatlicher Seite Vorsorge für potentielle negative Auswirkungen getroffen wird. Dies liegt daran, dass Umweltinnovationen, die eine Vermeidung von künftigen und mit großen Unsicherheiten behafteten Umweltschädigungen zum Gegenstand haben, in der Regel nicht durch den Markt bereitgestellt werden. Das Vorsorgeprinzip in der Umwelt- und Klimapolitik bezieht sich deshalb nicht nur auf den sorgfältigen Umgang mit den natürlichen Ressourcen, sondern auch auf die vorsorgliche Bereitstellung von Umweltinnovationen, mit denen den Herausforderungen von unvorhergesehenen Umweltbelastungen begegnet werden kann.

⁵ „Umweltinnovationen sind Maßnahmen, mit denen neue Ideen und Verhaltensweisen, Produkte und Produktionsverfahren entwickelt, angewendet oder eingeführt werden, welche die Umwelt entlasten und zu einer ökologisch bestimmten Nachhaltigkeit beitragen“ (DIW/ISI/Roland Berger Strategy Consultants (2007): 15).

Eine direkte Förderung der F&E-Anstrengungen würde das Defizit in der Innovationsgeschwindigkeit korrigieren und den technischen Fortschritt bei Umwelttechnologien auf das gesellschaftlich gewünschte Maß bringen. Allerdings würden zumindest die externen Effekte bezüglich der Umweltnutzung bestehen bleiben. Auf diese Weise erhalten Unternehmen unzureichende Anreize für eine Korrektur dieser Externalitäten. Besser wäre es, zunächst die Anreize zu schaffen, die Unternehmen veranlassen, ihre negativen externen Effekte auch bei ihren Forschungsinvestitionen zu berücksichtigen. Erst im zweiten Schritt wäre dann zu klären, ob Anreize für noch stärkere Forschungsaktivitäten nötig sind.

Eine einfache Verschärfung des Patentrechts ist keine gute Lösung, da sie zwar die Anreize für verstärkte Forschungsanstrengungen schafft, aber gleichzeitig die Diffusion der erwünschten neuen Technologien verzögert. Hier kann die Forschungsförderung mit entsprechenden Verpflichtungen zur Lizenzierung der neuen Technologien eine wichtige Rolle spielen.

Insgesamt kann die Beschleunigung des technischen Fortschritts, der wegen der doppelten externen Effekte von Innovationen und der unzureichenden Berücksichtigung des Vorsichtsprinzips zu langsam voranschreitet, durch eine ökologisch orientierte Innovationspolitik unterstützt werden. Sie ist umso eher erfolgreich, vermeidet Verzerrungen und belastet die öffentlichen Haushalte umso weniger, je stärker die externen Effekte der Umweltnutzung schon durch andere Korrekturen der Marktpreise wie Emissionssteuern oder handelbare Emissionszertifikate internalisiert sind.

Das vierte Ziel bezieht sich nicht auf die nationale Industrie, sondern hat den ambitionierten Anspruch den Prozess des Wirtschaftswachstums in Entwicklungs- und Schwellenländern grundsätzlich umzuformen. Nicht die historisch bekannte Konvergenz von Technologien und Einkommen auf das Niveau der Industrieländer, sondern ein Leap Frogging wird angestrebt, bei dem quasi die Umwelt verschmutzende Phase der 60er Jahre ausgelassen wird. Die Vorstellung ist, dass durch den internationalen Technologietransfer die Industrialisierungsprozesse in den Entwicklungs- und Schwellenländern auf hohem technologischem und ressourceneffizientem Niveau verlaufen werden. Eine Wiederholung der alten Industrialisierungssünden soll damit vermieden werden (BMU 2007: 5).

So schön dieser Wunsch klingt, so schwierig stellt sich seine Realisierung dar. Die Tatsache, dass in Entwicklungs- und Schwellenländern nicht automatisch neueste Technologien eingesetzt werden, hat viele Ursachen. Einige seien nur erwähnt: Neuste Technologien erfordern nicht nur die entsprechende Hardware, sie müssen auch von ausreichend qualifiziertem Personal erstellt, betrieben und gewartet werden. Sie sind in vielen Fällen teurer als weniger umweltfreundliche Alternativen. Wenn keine ambitionierte Umweltpolitik betrieben wird, gibt es keinen Anreiz für Unternehmen oder Verbraucher, diese Technologien überhaupt nachzufragen. Sie benötigen häufig eine unterstützende Infrastruktur, die in vielen Regionen nicht oder nicht ausreichend vorhanden ist. Und schließlich sind Technologien aus Industrieländern nicht immer unbedingt an die Situation in Entwicklungs- und Schwellenländern angepasst.

In diesem komplexen Feld durch eine ökologische Industriepolitik den Sprung in neue umweltfreundliche Technologien zu bewerkstelligen, ist schwer vorstellbar. Punktuell kann sicher durch eine entsprechende Förderung des Technologietransfers die Diffusion neuer Techniken in die Entwicklungs- und Schwellenländer beschleunigt werden. Aber ein breit angelegter Prozess des Überspringens von technologischen Entwicklungen setzt eine klare und auf dieses Ziel ausgerichtete nationale Strategie in dem jeweiligen Entwicklungsland voraus und erfordert die für die Technologie passende Ausstattung mit Humankapital und privater wie öffentlicher Kapitalsausstattung.

Schließlich stellt sich auch die Frage, ob die in Industrieländern entwickelten Technologien tatsächlich den anderen klimatischen, sozialen, ökonomischen und kulturellen Gegebenheiten angepasst sind. Ein gutes Beispiel sind verbrauchsarme Autos aus Deutschland, die für die meisten Menschen in Entwicklungsländern schlicht zu teuer sind und somit das Mobilitätsbedürfnis nicht befriedigen können. Die in Indien entwickelte Alternative eines besonders billigen Kleinstfahrzeugs ist aber angesichts der Bevölkerungsdichte und der großen Bevölkerungszahlen ebenso wenig eine Lösung. Es geht also um neue, angepasste Mobilitätsstrategien und nicht um das Überspringen von ein oder zwei Generationen technologischer Entwicklung der Industrieländer. Die Befürworter dieses vierten Ziels der Ökologischen Industriepolitik scheinen die Anforderungen an neue Ressourcen sparende Technologien in den Entwicklungs- und Schwellenländern zu unterschätzen, wenn sie einfach auf Technologiesprünge setzen.

Wie viel Staat ist nötig, wie viel Markt ist möglich?

Eine komplette Internalisierung der Externalitäten der Nutzung von Umweltressourcen würde nicht nur in den Umweltstaat oder – wie manche sagen würden – in eine Umweltdiktatur führen, wenn jede Umweltressource durch den Staat kontrolliert würde. Sie würde auch die Preisbildung in ihrer Rolle als Koordinationsmechanismus der Marktwirtschaft weitgehend beseitigen. Jede Externalität benötigt, selbst wenn sie separabel von anderen Externalitäten ist, einen eigenen Schattenpreis, damit die Marktpreise um die Verzerrung durch die Umweltnutzung korrigiert werden können. Bei den üblicherweise auftretenden nicht separablen Externalitäten, die sich gegenseitig beeinflussen, müsste eine noch größere Zahl an Schattenpreisen oder äquivalenten Steuern neben das marktwirtschaftlich determinierte Preissystem gesetzt werden (Lipsey/Lancaster 1956). Ein solches System von Preisen ist zwar theoretisch vorstellbar, könnte aber nicht mehr berechnet werden. Es wäre nicht nur administrativ kaum umzusetzen, sondern würde auch praktisch einer Planwirtschaft nahe kommen, mit den bekannten Problemen der Anreize, der Informationsbereitstellung und -verarbeitung.

Die Herausforderung jeder Ziel-Mittel-Analyse besteht deshalb darin, einen möglichen Kompromiss zu identifizieren, bei dem das Ziel einer möglichst weitgehenden Internalisierung externer Effekte und die Funktionsfähigkeit der marktwirtschaftlichen Ordnung gewährleistet werden. Der Vorteil der Allokation knapper Ressourcen über Märkte liegt darin, dass die dezentrale Entscheidung der Marktteilnehmer trotz minimaler Information zu einer effizienten Allokation führt. Im Prinzip muss der Marktteilnehmer nur seine eigenen Präferenzen und die Marktpreise kennen, um auf einem Markt mit vollkommenem Wettbewerb agieren zu können.

Da wir es mit unvollkommenen Märkten und mit Externalitäten in den verschiedensten Formen zu tun haben, bleibt nur die Suche nach der richtigen Balance zwischen marktwirtschaftlichen Allokationen und den Korrekturen durch staatliche Organe. Diese erfordert zu allererst eine Priorisierung der Probleme, die zu lösen sind. Des Weiteren sollten die Synergien identifiziert werden, bei denen eine Intervention gleich mehrere Probleme löst. Man denke an den Autoverkehr, der vom Klimagas über lokal wirkende Emissionen bis hin zum Verkehrslärm eine Vielzahl von Externalitäten verursacht. Ein Instrument zur Reduzierung des Verkehrs würde diese Externalitäten gleichzeitig reduzieren.

Nach dieser Strategie würde die Wahl der umweltpolitischen Instrumente problem- und nicht sektor- oder medienbezogen stattfinden. Der Ökologischen Industriepolitik liegt die Idee zugrunde, dass die Integration von verschiedenen Formen des Marktversagens durch eine auf einzelne Industriesektoren bezogene Politik stattfinden sollte. Das Problem dieses

Ansatzes liegt darin, dass die Nachfrageseite vernachlässigt wird. So werden zwar die Anreize für Forschung und Entwicklung gesetzt, aber dabei leicht vergessen, dass diese Anreize viel stärker wirken würden, wenn die Nachfrageseite ebenfalls entsprechende Signale senden würde, z.B. weil sie mittels der Einpreisung externer Effekte durch entsprechende umweltpolitische Instrumente tatsächlich belastet wird. Die Förderung von ökologischen oder umweltfreundlichen Technologien kann nur zum Erfolg werden, wenn sie eng mit den Politiken auf der Nachfrageseite verknüpft ist. Dies wird aber durch die eigenständige Definition der ökologischen Industriepolitik und ihre Bezogenheit auf bestimmte Industriesektoren gerade nicht sicher gestellt.

Vielversprechender erscheint uns der problembezogene Ansatz, bei dem die umweltpolitischen Instrumente dem Problem entsprechend gewählt werden. Dazu können dann industriepolitische Aktivitäten hilfreich sein, bei denen die nachfrageseitigen Anreize durch die Technologieförderung koordiniert unterstützt werden. Wir glauben, dass es in der Regel besser ist, dem Problem entsprechend die Politikinstrumente zu koordinieren, um dadurch Angebot und Nachfrage simultan zu beeinflussen, anstatt sektorbezogene Industrieförderung zu betreiben.

Die langfristig weiter verbleibenden Probleme sind der nicht nachhaltige Energie- und Wasserverbrauch. Hinzu kommt ein Flächenverbrauch, der zurzeit zu Lasten der biologischen Vielfalt geht, der im Konflikt zwischen Energie- und Nahrungsmittelproduktion steht, der die Fruchtbarkeit der Böden häufig nicht erhält und der durch Versiegelung Naturflächen zerstört, die nur unter hohen Kosten wieder gewonnen werden können. Diese Probleme sind nur zu einem kleinen Teil durch eine ökologische Industriepolitik zu beeinflussen.

Es sollte daher eher umgekehrt sein: Die Priorisierung der Umweltprobleme sollte in eine integrierte Strategie münden, die identifiziert, mit welchen Interventionen die nicht nachhaltigen Wirtschaftsprozesse neu orientiert werden können. Dazu werden die Anreizinstrumente von Emissionssteuern oder handelbaren Emissionsrechten eine wichtige Rolle spielen, weil sie durch die Korrektur der Marktpreise die gesellschaftlichen Knappheitssignale an die Wirtschaftsteilnehmer senden. Im Einzelfall können sie durch industriepolitische Aktivitäten ergänzt werden, aber Industriepolitik ohne ökologisch angemessene Preise ist ein teures und wenig effektives Unterfangen. Der VW Lupo TDI 3l und der Audi A2 TDI 3l erhielten Entwicklungszuschüsse. Trotzdem gab es bei den damals herrschenden Kraftstoffpreisen keinen Anreiz für den Verbraucher, sich ein verbrauchsarmes Fahrzeug zu kaufen. Deshalb wurden sie auch bald wieder vom Markt genommen. Unter den heutigen verbesserten Rahmenbedingungen, d.h. unter den höheren, die Knappheit widerspiegelnden Energiepreisen wären beide Fahrzeuge wahrscheinlich ein Erfolg geworden. Auch die Entwicklungen im Biokraftstoffsektor zeigen, dass trotz staatlicher Förderung die Marktfähigkeit von Biokraftstoffen der zweiten Generation bei heutigen Preisen nicht gegeben ist. Die ökologische Industriepolitik wird ihren Beitrag in einer integrierten Strategie leisten können. Sie kann unterstützen, aber nicht führen.

Vielleicht ist die Erweiterung der bisherigen Umweltpolitik um die ökologische Industriepolitik noch etwas verfrüht, wenn man betrachtet, wie wenig die bisherigen umweltpolitischen Instrumente miteinander und mit anderen wirtschaftspolitischen Maßnahmen koordiniert sind. Angesichts der zahlreichen widersprüchlichen staatlichen Maßnahmen in vielen Bereichen – man denke nur an die Ungereimtheiten in den Landnutzungspolitiken bezüglich der Klimawirkungen, des Biodiversitätsschutzes oder der Verkehrspolitik – hat man nicht den Eindruck, dass die umweltpolitischen Entscheidungen auf einem integrierten Ansatz der nachhaltigen Kontrolle von Umweltressourcen beruhen. Diesem oft wenig koordinierten System von Maßnahmen eine neue Initiative hinzuzufügen, würde die vorrangige Heraus-

forderung einer konsistenten Koordination der wirtschaftspolitischen Maßnahmen bezüglich ihrer Wirkungen auf Umwelt und natürliche Ressourcen nicht lösen.

Wenn wir die Ziele der Ökologischen Industriepolitik ernst nehmen und die entsprechenden Instrumente identifizieren, mit denen diese Ziele erreicht werden können, kommen wir zu dem folgenden Ergebnis:

Die Ziele der Ökologischen Industriepolitik erfordern eine Politikkoordination weit über die Industriesektoren und die klassischen industriepolitischen Instrumente hinaus. Die Vorschläge der Befürworter der ökologischen Industriepolitik kann und sollte man als ein Plädoyer für eine ressortübergreifende ökologische Politikkoordination verstehen. Darin können auch industriepolitische Instrumente zum Einsatz kommen. Aber die Diskussion der vier Ziele hat gezeigt, dass in der Regel eine Vielfalt von Instrumenten nötig ist und diese eine Koordination über die Ressortgrenzen hinaus erforderlich machen.

Literatur

- Bundesumweltministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2007): Ökologische Industriepolitik. Konzeptpapier, ZG III 2, 2007.
- BMU (2006): Ökologische Industriepolitik. Memorandum für einen „New Deal“ von Wirtschaft, Umwelt und Beschäftigung. Berlin.
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW)/Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)/Roland Berger Strategy Consultants (2007): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Vertiefende Analyse zu Umweltschutz und Innovation. Berlin, Dessau.
- Endres, Alfred (2000): Die Ökonomie natürlicher Ressourcen. Stuttgart: Kohlhammer.
- Gabriel, Sigmar (2007): Ressourceneffizienz. Strategie für eine ökologische Industriepolitik. Rede auf der 2. Innovationskonferenz des BMU, dbb-Forum, Berlin, 31.10.2007.
- Lipsey, Richard G./Lancaster, Kelvin (1956): The General Theory of Second Best, in: The Review of Economic Studies, Vol. 24, No. 1 (1956-1957), pp. 11-32.
- Machnig, Martin (2007): Ökologische Industriepolitik. Strategie für Umwelt und Wirtschaft, in: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/artikel_boell04_07_machnig.pdf.
- Michaelis, Peter (1996): Ökonomische Instrumente in der Umweltpolitik: Eine anwendungsorientierte Einführung. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung (NIW)/Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) (2006): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Leistungsfähigkeit der deutschen Umwelt- und Klimaschutzwirtschaft im internationalen Vergleich. Dessau.
- Sinn, Hans Werner (2007): Pareto optimality in the extraction of fossil fuels and the greenhouse effect. A note. CESifo Working Paper No. 2083.

BEDEUTUNG POLITISCHER INSTRUMENTE FÜR ENTSTEHUNG UND DIFFUSION VON UMWELTINNOVATIONEN AUS THEORETISCHER UND EMPIRISCHER SICHT

von Jens Horbach

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund einer immer deutlicher werdenden Energie- und Ressourcenknappheit erhalten Innovationen, die zu einer Verringerung von Umweltschäden oder zu Energie- und Materialeinsparungen führen, eine zunehmende Bedeutung. Die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen dieser Umweltinnovationen hängen dabei wesentlich von ihrer Diffusion ab. Der Beitrag erklärt aus theoretischer und empirischer Sicht, welche umweltpolitischen Instrumente in Ergänzung des wirtschafts- und forschungspolitischen Instrumentariums geeignet sind, Entstehung und Diffusion von Umweltinnovationen zu unterstützen. Im Mittelpunkt steht dabei eine Literaturlauswertung der wichtigsten ökonomischen Analysen zu den Determinanten von Umweltinnovationen.

Einführung

In der theoretischen Literatur bestand lange Zeit ein Konsens über den optimalen umweltpolitischen Instrumenteneinsatz und der damit verbundenen Wirkungen auf den umwelttechnischen Fortschritt. Steuern und Abgaben schienen gegenüber Auflagen immer vorteilhafter zu sein. Neuere theoretische Studien weisen jedoch darauf hin, dass keine generelle Rangfolge der Instrumente in Bezug auf ihre Wirkung auf den technischen Fortschritt abgeleitet werden kann (vgl. z.B. Montero 2002, Fischer et al. 2003). Michaelis (2004) weist u.a. nach, dass der Innovationsanreiz von der Reichweite der betreffenden Innovation sowie von der Kostenstruktur des betrachteten Unternehmens abhängt. Empirische Studien, die sich mit der Wirkung unterschiedlicher Instrumente auf Umweltinnovationen befassen, bestätigen eher das differenzierte Bild der neueren theoretischen Literatur.

Der vorliegende Beitrag erläutert zunächst die wichtigsten Ansatzpunkte umwelt-, forschungs- und wettbewerbspolitischer Instrumente zur Förderung von Umweltinnovationen auf der Basis einer theoretischen Analyse der Determinanten von Umweltinnovationen. Das Hauptaugenmerk liegt in einer Zusammenfassung der wichtigsten empirischen Studien zum Einfluss von Politikmaßnahmen auf Umweltinnovationen. Dabei wird der Schwerpunkt auf die Diffusionsprozesse dieser Innovationen gelegt. Der letzte Abschnitt des Beitrags enthält umweltpolitische Schlussfolgerungen.

Determinanten von Umweltinnovationen und umweltpolitische Instrumente

Umweltinnovationen können nach den Ergebnissen eines kürzlich abgeschlossenen EU-Projekts zu „Measuring Eco-Innovation (MEI)“ folgendermaßen definiert werden:

“We define *eco-innovation* as the production, assimilation or exploitation of a product, production process, service or management or business method that is *novel to the firm or user* and which results, throughout its life cycle, in a *reduction of environmental risk, pollution and other negative impacts of resources use* (including energy use) compared to relevant alternatives” (Kemp/Pontoglio 2007: 4).

Diese sehr breit gefasste Definition beinhaltet explizit auch die Diffusion von Umweltinnovationen, d.h. es handelt sich auch um eine Umweltinnovation, wenn ein Unternehmen oder

ein Konsument ein neues Produktionsverfahren oder ein neues Produkt zum ersten Mal anwenden. Wichtig ist es, darauf hinzuweisen, dass nach dieser Definition nicht das ursprüngliche Ziel der Innovation entscheidend ist, sondern ihre umwelt- und ressourcen-relevanten Wirkungen. Gerade bei den in vielen Fällen auch aus ökonomischer Sicht vorteilhaften integrierten Umwelttechnologien ist das primäre Ziel des Entwicklers oder Anwenders oft gar nicht die Verringerung der Umweltschäden, sondern beispielsweise eine Senkung der Produktionskosten. Der durch die Innovation gesunkene Energieverbrauch führt aber dann auch zu einer Entlastung der Umwelt.

Die Bestimmungsgründe, die zu einem „umweltinnovativen“ Verhalten von Unternehmen führen, lassen sich weitgehend aus der allgemeinen Innovationstheorie ableiten, wobei (umwelt-)politische und institutionelle Faktoren eine wichtige Rolle spielen, da Umweltprobleme als externe Effekte von den Marktakteuren nur ungenügend berücksichtigt werden. Im Folgenden sollen die wichtigsten Determinanten von Umweltinnovationen aus theoretischer Sicht dargestellt und mit den passenden umwelt-, forschungs- und wettbewerbspolitischen Instrumenten verknüpft werden.

Die Innovationstheorie betont die Bedeutung von „technology push“ und „demand pull“ Faktoren zur Erklärung von Innovationsaktivitäten (Hemmelskamp 1999). In der Literatur besteht Konsens, dass technology push Faktoren in der Entwicklungsphase eines neuen Produkts besonders wichtig sind, während Nachfragefaktoren in der Diffusionsphase an Bedeutung gewinnen (Rehfeld et al. 2007, Pavitt 1984).

Technology push (Angebotsseite)

Entscheidend für die Innovationserfolge eines Unternehmens sind der zur Verfügung stehende physische Kapitalstock sowie das vorhandene Humankapital (siehe z.B. Baumol 2002, Rosenberg 1974). F&E-Ausgaben sowie Weiterbildungsmaßnahmen tragen dazu bei, diese technologischen Kapazitäten eines Unternehmens zu erweitern und zu verbessern. Hier setzt zunächst die Forschungspolitik beispielsweise durch F&E-Förderung oder durch die Unterstützung der Grundlagenforschung an. Speziell in Bezug auf Umweltinnovationen sind aber auch die verfügbaren umweltpolitischen Instrumente von hoher Bedeutung, da hier die ökonomische Verwertbarkeit in der Regel unsicherer ist als bei „normalen“ Innovationen.

So können Ökosteuern oder Zertifikate Investitionen in erneuerbare Energien erst lohnend erscheinen lassen und dazu führen, dass die betroffenen Firmen höhere F&E-Ausgaben tätigen, um energiesparende und umweltschonende Verfahren zu entwickeln.¹ Ein weiteres Beispiel für ein innovationsförderndes Instrument ist die Ausweitung der Gefährdungshaftung. Dies liefert Anreize, Forschungskapazitäten zur Verbesserung der Sicherheit beispielsweise von Atomkraftwerken aufzubauen.

Aus der Sicht der bekannten Porter-Hypothese können umweltpolitische Instrumente nicht nur zu neuen Umweltinnovationen führen, sondern auch die ökonomische Situation eines Unternehmens verbessern (Porter/van der Linde 1995). Letztlich basiert die Porter-Hypothese auf der evolutionären Innovationstheorie (Nelson/Winter 1982): Aufgrund großer Unsicherheiten bezüglich des Erfolgs von F&E-Aufwendungen suchen Unternehmen nicht

¹ Es muss darauf hingewiesen werden, dass die hier diskutierten umweltpolitischen Instrumente nur dann als angebotsseitig wirkende Instrumente verstanden werden können, wenn die von den Politikmaßnahmen betroffenen Firmen selbst Umweltinnovationen hervorbringen. Genau diese Situation tritt bei integrierten Umwelttechnologien jedoch häufig auf, beispielsweise wenn der gesamte Produktionsprozess im Hinblick auf Material- oder Energieeinsparungen umgestellt wird. Auf der anderen Seite können umweltpolitische Instrumente natürlich auch nachfrageseitig wirken, etwa dann, wenn erhöhte Energiesteuern zu mehr Nachfrage von Haushalten und Unternehmen nach energiesparenden Techniken führen, die durch die Umweltschutzindustrie entwickelt und vermarktet werden.

gezielt nach bestimmten Innovationserfolgen, sondern verfolgen lieber weiterhin die bisher eingeschlagenen Pfade, was dazu führt, dass Innovationen nicht gezielt, sondern oft rein zufällig realisiert werden.

Porter/van der Linde behaupten, dieses Argument treffe besonders auf Umweltinnovationen zu. Ihrer Ansicht nach sind die Unternehmen nicht in der Lage, das Potenzial von Umweltinnovationen zu erschließen, weil sie immer noch unerfahren im kreativen Umgang Umweltherausforderungen sind (Porter/van der Linde 1995: 99). Umweltinnovationen werden aufgrund von unvollkommener Information sowie aufgrund von Organisations- und Koordinationsproblemen nicht realisiert, so dass Unternehmen häufig Kosteneinsparpotenziale durch Umweltinnovationen nicht erkennen. Umweltpolitik kann daher die Unternehmen „zu ihrem Glück“ zwingen. Vor dem Hintergrund der Porter-Hypothese scheint der Einsatz von Umweltmanagementinstrumenten (z.B. Öko-Audits oder Öko-Controlling) und -systemen besonders wichtig zu sein, da sie dazu beitragen können, diese Informations-, Organisations- und Koordinationsprobleme zu überwinden.

Darüber hinaus postuliert die Porter-Hypothese, dass umweltpolitische Maßnahmen zu einem first mover-Vorteil für die regulierten Unternehmen und damit zu einer Verbesserung ihrer Wettbewerbsfähigkeit führen können. Unternehmen, die sich schon früh auf Umweltschutzgüter und -technologien spezialisiert und entsprechende Kapazitäten aufgebaut haben, werden in Zukunft eher erfolgreich auf diesem Gebiet sein. Baumol charakterisiert diese Pfadabhängigkeiten treffend mit dem Ausdruck „innovation breeds innovation“ (Baumol 2002: 284).

Die zeitliche Dosierung des auf Umweltinnovationen wirkenden Instrumentariums ist noch aus einem anderen Grund wichtig. Eine Maßnahme kann nur dann für Umweltinnovationen relevant werden, wenn gleichzeitig zusätzliche Bedingungen wie etwa ein hohes Umweltbewusstsein der Konsumenten gegeben sind. Als Beispiel sei das Scheitern des VW-Golf mit Start-Stopp-Automatik vor etwa 15 Jahren genannt. Heute scheint sich diese Technik aufgrund deutlich gestiegener Benzinkosten sowie verbesserter Technik durchzusetzen. Darüber hinaus ist die zeitliche Dosierung eines umweltpolitischen Instruments in entscheidender Weise davon abhängig, in welcher Phase eines Investitionszyklus sich ein Sektor gerade befindet. In einer Phase, in der Investitionen gerade erst realisiert wurden, ist es aufgrund hoher sunk costs schwierig, eine weitere Umweltinnovation, die unter Umständen nicht mit der bestehenden Technik kompatibel ist, durchzusetzen.

Jede Innovation macht für ein Unternehmen nur dann Sinn, wenn es die Erträge aus der Innovation zumindest teilweise für sich beanspruchen kann. Dieses in der innovationsökonomischen Literatur viel diskutierte Aneignungsproblem hängt u.a. von Marktstrukturen und Patentierungsmöglichkeiten ab (vgl. z.B. Jaffe et al. 2002: 44) und soll an dieser Stelle nicht genauer diskutiert werden, da es kein für Umweltinnovationen typisches Problem darstellt.

Demand pull

Vor allem in der Diffusionsphase neuer umweltfreundlicher Produkte und Produktionstechnologien ist die nationale und internationale Nachfrage der Konsumenten, anderer Unternehmen und des Staats von hoher Bedeutung. Hier setzen alle umweltpolitischen Instrumente an (siehe oben). Dies gilt für Einspeisevergütungen, Quotenregelungen, umweltorientierte öffentliche Beschaffung, Steuern und Abgaben, Öko-Labeling ebenso wie für die Auszeichnung von (Umwelt-)Top-Runnern. Wichtig ist dabei auch eine Stärkung des Umweltbewusstseins der Konsumenten durch Informationspolitik. Allerdings besteht noch ein erhebliches Forschungsdefizit bei der Analyse der Wirkung der einzelnen Maßnahmen.

Eine zusammenfassende Übersicht über die Determinanten von Umweltinnovationen und über (umwelt-)politische Instrumente findet sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: Determinanten von Umweltinnovationen und (umwelt-)politische Instrumente aus der Sicht eines Unternehmens

Determinanten	(Umwelt-) politische Instrumente
<p><i>Angebotsseite (technology push)</i></p> <p>Technologische Möglichkeiten (Kapitalausstattung, Humankapital, F&E Ausgaben)</p> <p>Aneignungsproblem (spill-overs) Firmen- und Marktcharakteristika (Firmengröße, Marktmacht, Konzentrationsgrad)</p> <p>Zeitfenster und Pfadabhängigkeiten</p>	<p>Steuern, Auflagen, Zertifikate, Haftungsrecht, Umweltmanagementsysteme, Forschungs- und Bildungspolitik, F&E-Förderung</p> <p>Wettbewerbspolitik, Patentgesetzgebung</p> <p>„Timing“ des Einsatzes umweltpolitischer Instrumente (Zeitpunkt und vor allem Fristigkeit der Maßnahme)</p>
<p><i>Nachfrageseite (demand pull)</i></p> <p>(Erwartete) Marktnachfrage</p> <p>Umweltbewusstsein, Nachfrage nach umweltfreundlichen Gütern</p>	<p>Steuern und Abgaben, Auflagen, Zertifikate, Haftungsrecht, Umweltmanagementsysteme, Einspeisevergütungen wie im EEG, Quotenregelungen, öffentliche Beschaffung</p> <p>Informationspolitik, Labeling, Auszeichnung von Top-Runnern</p>

Empirische Untersuchungen zur Messung des Einflusses von Politikmaßnahmen auf Umweltinnovationen

Ökonometrische Analysen

Im Folgenden soll ein Überblick der wichtigsten empirischen Ergebnisse zu den Determinanten von Umweltinnovationen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses unterschiedlicher Umweltpolitikmaßnahmen gegeben werden. Ich beschränke mich dabei auf ökonometrische Analysen. Eine Diskussion der zahl- und aufschlussreichen Fallbeispiele würde über den Rahmen dieser Analyse hinausgehen (siehe z.B. Hemmelskamp et al. 2000).

Zur Messung von Umweltinnovationsaktivitäten werden in der Literatur im Wesentlichen die folgenden Indikatoren verwendet:

- F&E-Ausgaben
- Umweltbezogene Patente
- Neue oder modifizierte umweltbezogene Produkte bzw. Produktionstechnologien
- Umwelteffekte von Innovationsaktivitäten
- Cleaner production versus end-of-pipe Technologien.

F&E-Ausgaben beschreiben lediglich den Input von Innovationsaktivitäten, außerdem sind nur wenige Firmen in der Lage, die direkt auf Umweltinnovationen zuzurechnenden F&E-Ausgaben auszuweisen. In der empirischen Literatur werden zunehmend umweltbezogene Patente verwendet, die den Vorteil haben, dass auch die zeitliche Entwicklung von Umweltinnovationsaktivitäten analysiert werden kann. Im Rahmen von Betriebs- oder Unternehmensbefragungen wird nach der Entwicklung und/oder Anwendung neuer Produkte oder Produktionstechnologien gefragt. Leider beziehen sich die meisten Befragungen nur auf einen Zeitpunkt, so dass der dynamische Charakter von Umweltinnovationen nicht erfasst werden kann. In einem kürzlich durchgeführten OECD-Projekt wurde der Einfluss unterschiedlicher Politikinstrumente auf die Wahl zwischen integrierten und End-of-pipe-Technologien analysiert.

Problematischer als die Erfassung der Umweltinnovationen selbst ist die Suche nach geeigneten Indikatoren zur Beschreibung umweltpolitischer Maßnahmen. Einige empirische Studien verwenden die Höhe von Umweltschutzausgaben als Indikator für die Strenge einer Umweltpolitik. Gerade im Zuge einer zunehmenden Bedeutung integrierter Technologien kann es jedoch auch sein, dass Umweltschutzinvestitionen sogar getätigt wurden, um Kosten zu sparen und nicht, um Gesetze zu erfüllen. Neben Dummy-Variablen, die die Einführung einer bestimmten Politikmaßnahme bezeichnen, wird in Befragungen auch versucht, die Firmen selbst eine Einschätzung der Strenge der für sie relevanten Umweltpolitik vornehmen zu lassen (siehe z.B. Frondel et al. 2007). Ein erheblicher empirischer Forschungsbedarf besteht allerdings noch bei der Analyse des Einflusses unterschiedlicher Umweltpolitikmaßnahmen.

(Panel-)Patentanalysen:

Die Panelanalyse von Brunnermeier/Cohen (2003) verwendet die Anzahl erfolgreicher umweltbezogener Patentanwendungen in den USA zwischen 1983 und 1992. Als Indikator für die Strenge der Umweltpolitik verwenden die Autoren Umweltschutzausgaben und Kontrollmaßnahmen der Behörden. Sie weisen eine positive Korrelation von Umweltschutzausgaben und der Umweltinnovationsaktivität nach.

Anhand von Kointegrationsmethoden ermittelt Grupp (1999) unter Verwendung von Patentdaten positive Wirkungen von Ressourcenpreisen und Umweltschutzausgaben auf Umweltinnovationen. Jaffe/Palmer (1997) benutzen F&E-Ausgaben und Patentdaten als abhängige Variable, finden allerdings nur einen signifikanten Einfluss der Umweltpolitik – gemessen an der Höhe der Umweltschutzausgaben – auf die F&E-Ausgaben, nicht jedoch auf den Innovationsoutput. In ihrer Patentanalyse modellieren de Vries/Withagen (2005) die Strenge der Umweltpolitik als latente Variable: “Here the underlying idea is that high emission levels trigger strict environmental policy, which in turn provide an incentive for innovation” (de Vries/Withagen 2005: 28). Für diesen Indikator finden die Autoren eine deutlich positive Korrelation mit der Umweltinnovationsaktivität. Wagner (2007) verwendet eine Kombination von Befragungs- und Patentdaten deutscher Betriebe des verarbeitenden Gewerbes und weist einen hoch signifikanten positiven Einfluss von Umweltmanagementsystemen auf prozessbezogene Umweltinnovationen nach.

Insgesamt bestätigen Patentanalysen die wichtige Rolle umweltpolitischer Maßnahmen für die Realisierung von Umweltinnovationen, wobei mangels geeigneter Daten meistens die Umweltschutzausgaben als Indikator für die Schärfe der Umweltpolitik gewählt werden, was zumindest problematisch ist.

(Panel-)Befragungen

Bartolomeo et al. (2003) kommen in ihrem Überblicksartikel zu dem Schluss, dass die drei am meisten zitierten Bestimmungsgründe für Umweltinnovationen die Verbesserung des Unternehmensimages, die Einhaltung von Umweltauflagen sowie die Reduktion von Kosten sind.

Rennings et al. (2006) und Rehfeld et al. (2007) verwenden Daten aus Unternehmensbefragungen, um den Einfluss von Umweltmanagementsystemen (insbesondere EMAS) auf Produkt-, Prozess- und organisatorische Innovationen zu analysieren. Neben dem positiv signifikanten Einfluss dieser Variable werden Umweltinnovationen auch von der Existenz einer spezialisierten F&E-Abteilung, von Umweltpolitik, von Nachfragefaktoren sowie von der Größe der Firma beeinflusst.

Mazzanti/Zoboli (2006) analysieren Paneldaten italienischer Firmen für 2002 und 2004. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass „... structural characteristics of the firm and performances appear to matter less than R&D, induced costs, networking, organisational flatness and innovative oriented industrial relations. Environmental policies and environmental voluntary auditing schemes exert some relevant direct and indirect effects on innovation, although evidence is mixed and further research is particularly needed“ (Mazzanti/Zoboli 2006: 2).

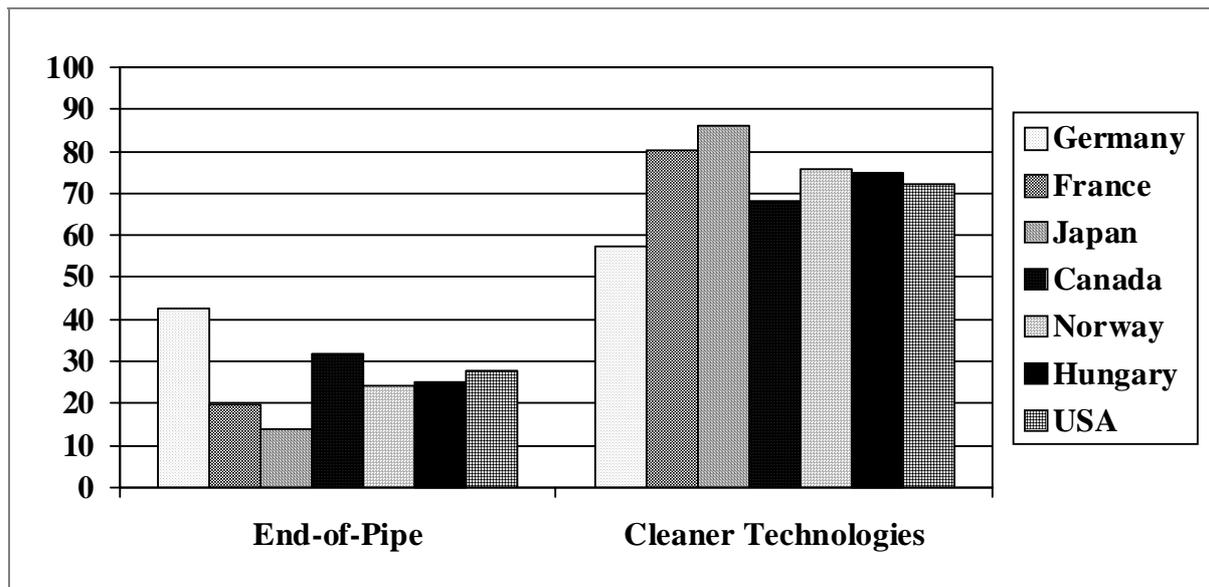
Horbach (2008) verwendet das Betriebspanel des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) und das Mannheimer Innovationspanel des ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung) zur Analyse der Determinanten von Umweltinnovationen. Die ökonometrische Analyse ergibt, dass die Verbesserung der technologischen Kapazitäten eines Unternehmens durch F&E-Ausgaben zu mehr Umweltinnovationen führt. Positive Einflüsse üben darüber hinaus Umweltregulierungen und Umweltmanagementinstrumente aus. Eine höhere erwartete Nachfrage führt auch zu einer signifikanten Verstärkung der Umweltinnovationstätigkeit.

Del Rio Gonzalez (2005) untersucht die Bestimmungsgründe integrierter Technologien in der spanischen Papierindustrie. Eine Verbesserung des Firmenimages sowie eine strenge Umweltpolitik verbessern in signifikanter Weise die Einführung dieser Technologien.

Insgesamt bestätigen ökonometrische Analysen auf der Basis von Befragungen die Ergebnisse von Patentanalysen im Hinblick auf die positiven Wirkungen von umweltpolitischen Maßnahmen auf Umweltinnovationen. Eine zunehmend wichtige Rolle scheinen dabei Umweltmanagementinstrumente wie Öko-Audits oder Umweltmanagementsysteme einzunehmen.

Ergebnisse eines OECD-Projekts zur Wirkung unterschiedlicher Umweltpolitikmaßnahmen auf das Firmenverhalten

Wie der vorangegangene Abschnitt gezeigt hat, sind empirische Analysen zu den Wirkungen unterschiedlicher umweltpolitischer Instrumente selten. Eine Ausnahme bildet ein kürzlich abgeschlossenes Projekt der OECD. Im Rahmen dieses Projekts wurden die Effekte unterschiedlicher Politikmaßnahmen auf die Entwicklung und Diffusion von umweltfreundlichen Produktionstechnologien untersucht (vgl. Frondel et al. 2007, Johnstone 2007). Im Jahre 2003 wurde eine schriftliche Befragung mit einem standardisierten Fragebogen in sieben OECD-Ländern durchgeführt (Kanada, Deutschland, Frankreich, Japan, Norwegen, USA und Ungarn). Insgesamt enthält die Stichprobe knapp 4200 Beobachtungen von Betrieben des verarbeitenden Gewerbes mit mindestens 50 Beschäftigten.

Abbildung 1: Wahl von Umwelttechnologien in verschiedenen OECD - Ländern

Quelle: OECD database

Im Rahmen einer ökonometrischen Analyse² wurden die Bestimmungsgründe der Implementation von Vermeidungstechnologien durch die befragten Firmen analysiert. Die Firmen wurden befragt, ob sie überwiegend integrierte Technologien („cleaner technologies“) oder end-of-pipe Technologien neu eingesetzt haben (siehe hierzu auch Abbildung 1). Die unabhängigen Variablen umfassten unterschiedliche umweltpolitische Instrumente (u.a. Steuern auf Produktionsfaktoren, Emissionssteuern, Technologiestandards, leistungsbezogene Standards, Haftung auf Umweltschäden, Subventionen, Informationsmaßnahmen für Verbraucher, freiwillige Selbstverpflichtungen), Beweggründe für Umweltaktivitäten (z.B. Kosteneinsparungen, Verbesserung des Unternehmensimages), Interessengruppen, (Umwelt-)Managementinstrumente sowie Firmencharakteristika als Kontrollvariablen.

Die Schätzergebnisse zeigen für alle betrachteten Länder, dass die Strenge der Umweltpolitik, Technologiestandards und die Notwendigkeit der Erfüllung von Auflagen die Einführung von end-of-pipe Maßnahmen unterstützen, für die ökonomisch und ökologisch vorteilhafteren integrierten Technologien aber nicht statistisch signifikant sind. Schätzt man das zugrunde liegende Multinomial Logit Modell nur für Deutschland, zeigt sich, dass die Strenge der Umweltpolitik für beide Technologien relevant ist. Inputsteuern oder Verbote umweltschädigender Inputs begünstigen die Einführung integrierter Technologien. Ein sehr wichtiges Ergebnis ist, dass Umweltmanagement-Instrumente die Einführung beider Arten von Umwelttechnologien befördern, vor allem Umweltaudits und ein umweltbezogenes Rechnungswesen aber erheblich wichtiger für integrierte Technologien sind. Es ergibt sich außerdem ein signifikanter Einfluss von Kosteneinsparungen als eines der Hauptmotive für die Implementation integrierter Technologien. Da integrierte Technologien in vielen Fällen nicht einfach hinzugekauft werden können, sondern mit dem bestehenden Produktionssystem verknüpft werden müssen, erfordern integrierte Technologien offenbar auch einen höheren F&E-Aufwand als End-of-pipe-Technologien.

² Für die Modelleigenschaften und die detaillierten Ergebnisse sei auf Frondel et al. 2007 verwiesen. Aufgrund des nominalen Skalenniveaus der abhängigen Variablen wurden discrete choice Modelle geschätzt.

Nachfrageorientierte Untersuchungen

Im Folgenden sollen einige neuere Untersuchungen kurz vorgestellt werden, die die Nachfrage als wichtigsten Innovationstreiber betonen.

Johnstone et al. (2008) analysieren den Einfluss von Politikinstrumenten auf unterschiedliche erneuerbare Energien anhand einer ökonometrischen Analyse umweltbezogener Patente. Sie unterscheiden dabei u.a. die Wirkungen von Einspeisevergütungen, Produktionsquoten und Steuervergünstigungen.

Die Ergebnisse zeigen, dass Produktionsquoten bei noch nicht so weit entwickelten Technologien (z.B. Solarenergie) für die Unternehmen gut kalkulierbare Märkte schaffen und daher in diesen Fällen als vorteilhaftes Instrument anzusehen sind. Dagegen sind preisbasierte Instrumente wie Einspeisevergütungen effektiver für schon reifere Technologien wie Strom aus Wind oder Biomasse. Dies spricht dafür, vor allem die Diffusion schon weit entwickelter Technologien durch derartige Nachfrageinstrumente zu unterstützen.

Popp et al. (2007) betonen in ihrer Patentanalyse die wichtige Rolle des Umweltbewusstseins der Bevölkerung bei der Entwicklung chlorfreier Verfahren beim Bleichen von Papier. Diese Verfahren wurden in den 90er Jahren zunächst in Finnland, Norwegen und Schweden und dann in den USA und Kanada entwickelt. Berichte über Dioxin in Papierprodukten und im Abwasser beeinflussten das Umweltbewusstsein. Die Autoren zeigen, dass die Nachfrage der Konsumenten nach chlorfreiem Papier zu Innovationen geführt hat. Interessanterweise stiegen die Patentaktivitäten an, bevor Gesetze verabschiedet waren. Offenbar hat das hohe gesellschaftliche Interesse an umweltfreundlich hergestelltem Papier den Unternehmen wirkungsvoll signalisiert, dass künftig ein Markt für entsprechendes Papier – dann auch gestützt durch entsprechende Gesetze – bestehen wird. Die Autoren zeigen auch, dass vor allem die Diffusion der Technologie wirkungsvoll durch Regulierungen und Öko-Labeling gefördert wurde.

Nach dem Lead-Markets-Konzept werden Innovationen erst dann international erfolgreich, wenn sie vorher in einem Land eine breite Anwendung gefunden haben (vgl. z.B. Beise/Rennings 2005). Im Sinne der Porter-Hypothese kann dann eine strenge Umweltpolitik, die vor allem darauf gerichtet ist, die Diffusion der Innovation zu unterstützen, zu Wettbewerbsvorteilen für die beteiligten innovativen Firmen führen. Voraussetzung ist allerdings auch eine internationale Politikdiffusion, da sonst das Pionierland unter Umständen sogar zusätzliche Kosten tragen muss und langfristig an Wettbewerbsfähigkeit verliert. Positive Beispiele solcher umweltbezogener Leadmärkte sind etwa die energiesparende Technik der Direkteinspritzung bei Dieselmotoren (Deutschland) oder die Stromerzeugung durch Windkraft (Dänemark).

Ein erhebliches empirisches Forschungsdefizit besteht noch in der Frage, wie nachfragebezogene umweltpolitische Instrumente (Informationspolitik oder Öko-Labeling) auf das umweltbewusste Kaufverhalten von Haushalten wirken.

Umweltpolitische Schlussfolgerungen und Forschungsbedarf

- Eine umweltorientierte Forschungspolitik darf sich nicht nur auf traditionelle Instrumente wie die Verbesserung der technologischen Kapazitäten eines Unternehmens durch F&E-Förderung konzentrieren, sondern sollte mit der Einführung weicher Umweltpolitikinstrumente wie Umweltmanagementsystemen kombiniert werden. Wie empirische Untersuchungen gezeigt haben, liefern Umweltmanagementsysteme wichtige Informationen, die einem effizienteren Einsatz von F&E-Ausgaben dienen können.

- Bei Technologien, die sich noch im Frühstadium ihrer Entwicklung befinden, muss vor allem klar sein, dass ein zukünftiger Markt vorhanden sein wird (z.B. durch Einführung von Produktionsquoten oder durch Festsetzung von Standards), während die Diffusion schon weit entwickelter Technologien durch geeignete preisorientierte Nachfrageinstrumente wie Einspeisevergütungen oder Steuervergünstigungen unterstützt werden kann. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass jede staatliche Festschreibung künftiger Innovationspfade auch große Gefahren mit sich bringen kann. Woher soll der Staat (allerdings aber auch die privaten Firmen) die Informationen bekommen, welche Innovationen künftig ökologisch und ökonomisch vorteilhaft sein können? Als Beispiel sei die Fehlallokation von Ressourcen in die staatliche Förderung von Atomkraftwerken in den siebziger Jahren genannt.
- Die Einführung ökonomisch und ökologisch vorteilhafter integrierter Technologien wird vor allem von (Input-)Steuern und Umweltmanagementsystemen unterstützt. Kosteneinsparungen sind hier ein wichtiges Motiv.
- Der Diffusionsprozess innovativer umweltfreundlicher Produkte ist noch viel zu wenig empirisch erforscht. Worauf reagieren Konsumenten? Wie reagieren sie auf Förderprogramme (Solarenergie, ökologische Gebäudesanierung)? Welche Rolle könnte eine bessere Informationspolitik für Verbraucher spielen?

Literatur

- Bartolomeo, Matteo/Kemp, René/Rennings, Klaus/Zwick, Thomas (2003): Employment Impacts of Cleaner Production: Theory, Methodology and Results, in: Rennings, Klaus/Zwick, Thomas (eds.): Employment Impacts of Cleaner Production. ZEW Economic Studies 21, Physica Verlag, Heidelberg.
- Beise, Marian/Rennings, Klaus (2005): Indicators for Lead Markets of Environmental Innovations, in: Horbach, Jens (ed.), Indicator Systems for Sustainable Innovation, Physica Verlag, Heidelberg, New York.
- Baumol, William J. (2002): The Free-Market Innovation Machine – analysing the Growth Miracle of Capitalism, Princeton University Press, New Jersey.
- Brunnermeier, Smita B./Cohen, Mark A. (2003): Determinants of Environmental Innovation in US Manufacturing Industries, in: Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 45, 278-293.
- De Vries, Frans P./Withagen, Cees (2005): Innovation and Environmental Stringency: The Case of Sulphur Dioxide Abatement, Discussion Paper of the University of Tilburg No. 2005–18.
- Del Rio Gonzalez, Pablo (2005): Analysing the Factors Influencing Clean Technology Adoption: A Study of the Spanish Pulp and Paper Industry, in: Business Strategy and the Environment, 14, 2005, 20-37.
- Fischer, Carolyn/Parry, Ian W. H./Pizer, William A. (2003): Instrument choice for environmental protection when technological innovation is endogenous, in: Journal of Environmental Economics and Management 45 (2003), 523-545.
- Frondel, Manuel/Horbach, Jens/Rennings, Klaus (2007): End-of-Pipe or Cleaner Production? An Empirical Comparison of Environmental Innovation Decisions Across OECD Countries, in: Johnstone, Nick (Ed.) (2007): Environmental Policy and Corporate Behaviour, Edward Elgar, Cheltenham, Northampton.

- Grupp, Hariolf (1999): Umweltfreundliche Innovation durch Preissignale oder Regulation? Eine empirische Untersuchung für Deutschland, in: Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Vol. 219/5+6, 611-631.
- Hemmelskamp, Jens (1999): *Umweltpolitik und technischer Fortschritt*, Schriftenreihe des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung, Physica, Heidelberg, New York.
- Hemmelskamp, Jens/Rennings, Klaus/Leone, Fabio (2000): *Innovation-oriented Environmental Regulation. Theoretical Approaches and Empirical Analyses*, Physica, Heidelberg, New York.
- Horbach, Jens (2005): *Indicator Systems for Sustainable Innovation*, Physica, Heidelberg, New York.
- Horbach, Jens (2008): Determinants of Environmental Innovation – New Evidence from German Panel Data Sources, in: *Research Policy* 37 (2008), 163-173.
- Jaffe, Adam/Palmer, Karen (1997): Environmental regulation and innovation: a panel study, in: *The Review of Economics and Statistics*, vol. X, 610-619.
- Jaffe, Adam/Newell, Richard G./Stavins, Robert N. (2002): Environmental Policy and Technological Change, in: *Environmental and Resource Economics* 22, 41-69.
- Johnstone, Nick (2007): *Environmental Policy and Corporate Behaviour*, Edward Elgar, Cheltenham, Northampton.
- Johnstone, Nick/Hascic, Ivan/Popp, David (2008): *Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts*, NBER Working Paper 13760, Cambridge Mass.
- Kemp, René/Pontoglio, Serena (2007): *Methods for analyzing eco-innovation*, Report of the second MEI workshop, June 21-22, Brussels.
- Mazzanti, Massimiliano/Zoboli, Roberto (2006): *Examining the factors influencing environmental innovations*, FEEM working paper series 20.2006, Milano.
- Michaelis, Peter (2004): *Zum Innovationsanreiz umweltpolitischer Instrumente: Rehabilitierung der Auflagenpolitik?*, Universität Augsburg, Institut für Volkswirtschaftslehre, Diskussionspapier Nr. 259, Augsburg.
- Montero, Juan P. (2002): Permits, Standards, and Technology Innovation, in: *Journal of Environmental Economics and Management* 44 (2002), 23-44.
- Nelson, Richard R./Winter, Sidney G. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge.
- Pavitt, Keith (1984): Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory, in: *Research Policy* 13, 343-373.
- Popp, David/Hafner, Tamara/Johnstone, Nick (2007): *Policy versus Consumer Pressure: Innovation and Diffusion of alternative bleaching Technologies in the Pulp Industry*, NBER Working Paper Series 13439, Cambridge Mass.
- Porter, Michael E./van der Linde, Claas (1995): Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship, in: *Journal of Economic Perspectives* 9, No. 4, 97-118
- Rehfeld, Katharina-Maria/Rennings, Klaus/Ziegler, Andreas (2007): *Integrated product policy and environmental product innovations: An empirical analysis*, in: *Ecological Economics* 61, 91-100

- Rennings, Klaus/Ziegler, Andreas/Ankele, Kathrin/Hoffmann, Esther (2006): The influence of different characteristics of the EU Environmental Management and Auditing Scheme on technical environmental innovations and economic performance, in: Ecological Economics, Vol. 57 (1), 45-59.
- Rosenberg, Nathan (1974): Science, Invention and Economic Growth, in: Economic Journal 84, 94-108.
- Wagner, Marcus (2007): The Link between Environmental Innovation, Patents, and Environmental Management, DRUID Working Paper No. 07-14.

FÖRDERUNG VON UMWELTECHNIK UND UMWELTDIENSTLEISTUNGEN IN „EMERGING MARKETS“ AM BEISPIEL INDIENS

von Michael von Hauff

Zusammenfassung

Indien hat in den vergangenen Jahren durch seinen starken wirtschaftlichen Aufschwung viel Beachtung und Anerkennung erfahren. Das Wirtschaftswachstum hat ein seit der Unabhängigkeit nicht gekanntes Niveau erreicht. Es wird erwartet, dass sich die positive wirtschaftliche Entwicklung fortsetzt. Hinzu kommt noch eine beachtliche politische Stabilität, die Indien sowohl für ausländische Direktinvestitionen, aber auch als Handelspartner zunehmend attraktiv erscheinen lässt. Gleichzeitig hat das Umweltniveau einen Abschwung erfahren, welcher in zunehmendem Maße in einer Umweltkrise mündet, die mittelfristig die Wirtschaftsdynamik verringert oder gar aufhält. Das lässt sich besonders deutlich an dem Umweltmedium Wasser nachweisen. Daher hat Indien im Umweltschutz einen großen Nachholbedarf. Da Deutschland im Bereich Umwelttechnik und -dienstleistung weltweit zu den führenden Nationen gehört, bieten sich für die deutsch-indischen Beziehungen hier große Potenziale der Kooperation.

Indien: Die aufkommende Wirtschaftsmacht und die ökologischen Folgen

Indien weist hinsichtlich seiner wirtschaftlichen Entwicklung im internationalen Kontext verschiedene Klassifizierungen auf, die jedoch eine Gemeinsamkeit haben: Indien gilt als eine der aufkommenden Wirtschaftsmächte. Dabei gehört Indien bisher eher zu den „lautlos aufstrebenden Wirtschaftsmächten“ (Wagner 2005). Neben den positiven wirtschaftlichen Entwicklungstendenzen zeichnet sich Indien aber auch durch eine beachtliche politische Stabilität aus. Gleichzeitig sind jedoch Probleme wie Armut, hohe Korruption, eine unzureichende Infrastruktur und besonders eine wachsende Umweltbelastung zu nennen. Insofern zeichnet sich Indien durch eine sehr heterogene Entwicklung aus, die in der allgemeinen Wahrnehmung sowohl in Indien als auch in Deutschland und anderen westlichen Ländern hauptsächlich durch die positive wirtschaftliche Entwicklung überlagert wird. Die wirtschaftliche Entwicklung Indiens ist seit Beginn der 1990er Jahre beachtlich, wie in diesem Beitrag kurz skizziert wird (zu einer ausführlichen Darstellung vgl. v. Hauff 2007).

Die wirtschaftliche Entwicklung Indiens hat durch den wirtschaftlichen Liberalisierungs- bzw. Reformkurs, der im Jahr 1991 begann, national als auch international eine klare Zäsur erfahren. Das hatte sowohl auf die Binnenwirtschaft als auch auf die wirtschaftliche Stellung Indiens in der Region sowie auf die internationale Arbeitsteilung weitreichende Konsequenzen. Der wirtschaftliche Reformprozess wurde eingeleitet, als sich das Land in einer tiefen wirtschaftlichen Krise befand (Rothermund 2008: 104). In den ersten Jahren der New Economic Policy (NEP) kam es zu einem beachtlichen und kontinuierlichen Anstieg des wirtschaftlichen Wachstums. In dem Zeitraum von 1994/95 bis 1996/97 erreichten die Wachstumsraten einen bis dahin nicht gekannten Aufwärtstrend und lagen bei über 7%. Das wirtschaftliche Wachstum stieg im Jahr 2003 und den folgenden Jahren sogar auf über 8%. Die Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes wird für die kommenden Jahre von internationalen Organisationen wie dem International Monetary Fund auf 7% geschätzt (International Monetary Fund 2005). Die Wachstumsdynamik, besonders des Industriesektors, hatte jedoch eine starke Belastung der Umwelt zur Folge, was in Indien bisher noch nicht die nötige Aufmerksamkeit erfahren hat.

Betrachtet man beispielsweise die Ziele der neuen Industriepolitik Indiens im Hinblick auf den Umweltschutz, d.h. im Sinne einer ökologischen Industriepolitik, so gibt es auch heute noch keine klar erkennbaren Bestrebungen hinsichtlich einer Harmonisierung von industrieller Entwicklung und Umweltschutz. Hier besteht in der indischen Politik ein Widerspruch: So war Indien das erste Land weltweit, das den Umweltschutz in der Verfassung verankert hat. Weiterhin weist Indien eine ambitionierte Umweltgesetzgebung auf, die stark an jene Deutschlands angelehnt ist. Aber wie in vielen anderen Bereichen treten in Indien auch im Bereich des Umweltschutzes große Umsetzungsprobleme auf.

Erschwerend kommt hinzu, dass umweltrelevante Güter wie Energie, aber auch das Umweltmedium Wasser in Indien teilweise (mit regionalen Unterschieden) hoch subventioniert werden. Daher steht die Entwicklung eines Marktes für Umweltechnik und –dienstleistungen in Indien als Folge der Umweltgesetzgebung bzw. der Umweltpolitik noch am Anfang. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass der Umweltschutzmarkt die Besonderheit aufweist, dass es sich um einen induzierten Markt handelt: Die Unternehmen fragen überwiegend dann Umweltechnik und -dienstleistungen nach, wenn diese durch Umweltgesetze und -verordnungen eingefordert werden. Ökonomisch ist der Anreiz für die Einführung von Umweltechnik und -dienstleistungen dann groß, wenn die Sanktionskosten bei Nichteinführung größer sind als die Kosten der Einführung. Das erfordert jedoch, dass die Unternehmen über die Umweltschutzanforderungen und -maßnahmen auch informiert sind.

In diesem Beitrag wird die These vertreten, dass die positive wirtschaftliche Entwicklung Indiens in Zukunft ganz wesentlich davon abhängt, ob es gelingt, die enormen Umweltprobleme deutlich zu verringern. Dazu ist es notwendig, die Umweltsituation in Indien zu analysieren und den Handlungsbedarf zu begründen. In dem folgenden Abschnitt wird daher zunächst die ökologische Performance Indiens analysiert. In Abschnitt drei wird dann begründet, warum Indien sich in einer Umweltkrise befindet. Die Umweltkrise wird in Abschnitt vier am Beispiel Wasser konkretisiert. Der Abschnitt fünf wendet sich abschließend den Kooperationspotenzialen Indiens und Deutschlands im Umweltschutzbereich zu.

Die ökologische Performance Indiens

Eine wichtige Frage in diesem Zusammenhang ist, wo Indien bei der Umsetzung des Umweltschutzes und bei der Effizienz der Umweltpolitik im internationalen Vergleich steht. Dies lässt sich am Beispiel des Environmental Performance Index (EPI) darstellen. Dieser Index hat das Ziel, die Performance der Umweltpolitik der Länder weltweit zu messen. Der EPI wurde vom Yale Center for Environmental Law and Policy und dem Center for International Earth Science Information Network der Columbia University in Kooperation mit dem World Economic Forum und dem Joint Research Centre der Europäischen Kommission erstmals für das Jahr 2006 entwickelt (sog. EPI 2006). Das Ranking ermöglichte 2006 den internationalen Vergleich von 133 Ländern. Bei dem Environmental Performance Index 2008 (sog. EPI 2008) wurden bereits 149 Länder einbezogen.

Der EPI 2008 basiert auf 24 Indikatoren. Die sechs Umweltbereiche (Umweltgesundheit, Biodiversität und Lebensräume, Klimaänderungen, Produktivität natürlicher Ressourcen, Wasserverschmutzung, Luftverschmutzung) werden zu einem Gesamtindikator zusammengeführt. Dabei werden die einzelnen Indikatoren mit einem Faktor gewichtet (Neßhöver et al. 2007: 26). Die Performance wird an indikatorspezifischen – möglichst politisch vorgegebenen – Zielwerten gemessen. Der EPI zeigt zunächst das Ausmaß an, entsprechend dem ein Land international festgelegte Umweltziele erfüllt. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf die Umweltpolitik eines Landes ableiten. Bei dem EPI geht es jedoch nicht nur um das internationale Ranking, sondern auch darum, Ländern eine Defizitanalyse bereit zu stellen

und die international vorbildlichen Länder heraus zu stellen. Es geht den Autoren des EPI also auch explizit darum, nationale Profile mit den jeweils spezifischen Schwächen und Stärken zu erstellen. Der „Pilot EPI 2006“ (Esty et. al 2006) hatte zweifellos gewisse Schwächen, die in dem EPI 2008 deutlich verringert wurden. Die folgenden Ausführungen konzentrieren sich daher auf den EPI 2008.

Analysiert man nun die ökologisch relevanten Politikfelder Indiens im Vergleich zu jenen der Länder in der Region, so ergibt sich für Indien kein positives Bild (Abbildung 1). In allen sechs erfassten Politikfeldern liegt Indien unter dem Durchschnittswert der Region. Betrachtet man noch die Kategorie „Durchschnitt der Einkommensgruppe“, so liegt Indien nur in dem Bereich „Produktivität natürlicher Ressourcen“ mit dem Durchschnittswert der anderen Länder etwa gleich auf. In den anderen fünf Politikfeldern liegt Indien unter dem Durchschnitt. Daraus ergibt sich für Indien im Verhältnis zu den anderen Ländern der Region ein überdurchschnittlicher Handlungsbedarf hinsichtlich der Umweltprobleme. Die Förderung von Umwelttechnik und -dienstleistungen hat für Indien eine hohe Relevanz.

In Tabelle 1 wird die Abweichung zwischen der Ausprägung und dem Planziel durch die Kategorie „Standardisierte Planzielnähe“ erfasst. Sie reicht von 0 (wie z.B. bei „Emissionen bezogen auf Erzeug. elektr. Energie in g CO₂/kWh“) bis 100 (z.B. bei „Emissionen pro Kopf“). Der erste Fall beinhaltet eine extreme Abweichung der Ausprägung vom Planziel, der zweite Fall bedeutet hingegen, dass das Planziel erreicht wurde.

Abbildung 1: Environmental Performance Index 2008 von Indien

Indien

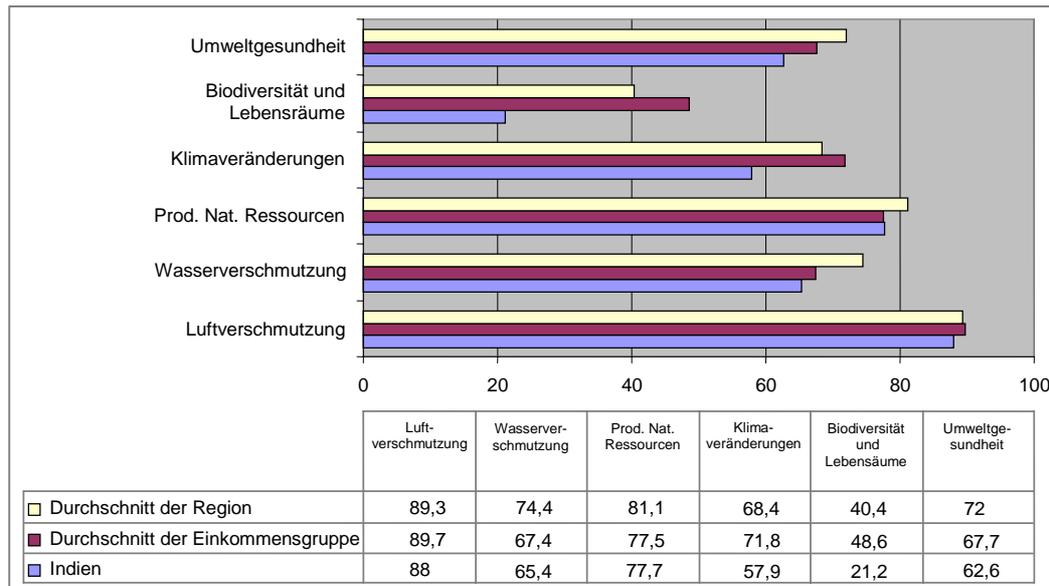
Süd Asien

BIP / Kopf 2005 (KKP) \$ 3.308

Einkommensdezil 7 (1=hoch, 10=gering)

Rang:	120
Score:	60,3
Durchschnitt der Einkommensgruppe:	68,8
Durchschnitt der Region:	70,8

Politikfelder



Quelle: EPI (2008)

Tabelle 1: Indikatoren

	Ausprägung	Planziel	Standardisierte Planzielnähe (100%=Planziel)
Sanitäre Versorgung (%)	33	100	21,6
Trinkwasser (%)	86	100	76,2
Innenraumlftverschmutzung ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	81,8	0	13,9
Städtischer Feinstaub (%)	71,6	20	56,6
Gesundheitsschädigendes Ozon ¹⁾	3,9	0	99,8
Schwefeldioxid ²⁾	2,6	0	93,9
Ökosystemschrädigendes Ozon (ppb/h)	73.890.698,2	30.000	82
Wasserqualität ³⁾	80,6	100	67,7
Wasserverbrauch ⁴⁾	33,53	0	63
wachsender Waldbestand ⁵⁾	1	0	100
Landschaftsschutzrisiko ⁶⁾	0,1	0,5	15
effektiver Umweltschutz ⁷⁾	1,7	10	16,6
kritischer Lebensraum (%)	43,8	100	43,8
Meeresschutzgebiete ⁸⁾	0,5	10	5
Schleppnetz-Intensität (%)	0,3	0	71,9
Meeresnahrungsindex ⁹⁾	0	0	82,6
Bewässerungsbeanspruchung (%)	16,7	0	80,3
Intensives Ackerland (%)	50,6	0	20,1
Landwirtschaftliche Subventionen (%)	13,1	0	71,9
Fläche verbrannten Bodens (%)	1	0	92,9
Pestizid Vorschriften ¹⁰⁾	3	22	13,6
Emissionen pro Kopf ¹¹⁾	2,2	2,24	100
Industr. CO ₂ Emissionen ¹²⁾	2,6	0,85	73,8
Emissionen bezogen auf Erzeug. elektr. Energie (g CO ₂ / kWh)	943	0	0

Quelle: EPI (2008)

Erläuterungen:

- ¹⁾ Stunden, die über einem von der EPA festgelegten Grenzwert von 85ppb liegen.
- ²⁾ Tonnen CO₂/ bevölkertes Land
- ³⁾ 100 ist die maximal in einem Land gemessene Menge von einem von der WATQI festgelegten Qualitätsparameter
- ⁴⁾ % von Landfläche, die an einer Überzeichnung von Wasserressourcen betroffen ist
- ⁵⁾ Veränderung bewaldeter Landfläche
- ⁶⁾ Prozentzahl an den relevanten geschützten Biomen
- ⁷⁾ Prozentzahl von intakten geschützten Biomen
- ⁸⁾ Prozentzahl an geschützten AWZs
- ⁹⁾ Veränderungen im Meeresnahrungsindex (Beim Meeresnahrungsindex wird jedem Fisch ein Index (je nachdem in welcher Stelle der Nahrungskette er steht (Fleischfresser haben hohe Zahlen)) zugeteilt und somit ein Gesamtindex berechnet)
- ¹⁰⁾ Anzahl an unterschriebenen Verträgen zur Pestizidregulation
- ¹¹⁾ Prozentzahl an dem erreichten halben Emissionsziel für 2050
- ¹²⁾ Tonnen CO₂ pro 1000\$ (KKP) vom industr. BIP

Die EPI Werte sind Bestandsaufnahmen, die bisher nur für die beiden Jahre 2006 und 2008 ermittelt wurden. Für Indien lässt sich jedoch nachweisen, dass sich die meisten Umweltindikatoren besonders seit dem Beginn der New Economic Policy verschlechtert haben bzw. im besten Fall konstant geblieben sind. In diesem Zusammenhang fällt auf, dass die wachsenden Umweltprobleme und ihre Lösung in Indien seit langem ein Anliegen staatlicher und privater Akteure sind (Zingel/van Dillen 2002). Die verschiedenen Akteure verfolgen jedoch unterschiedliche Ziele. Das lässt sich wie folgt erklären: In dem auch heute noch überwiegend landwirtschaftlich geprägten Land ist die Verfügbarkeit der natürlichen Produktionsfaktoren Boden und Wasser von zentraler Bedeutung. Gleichzeitig ist eine rasche Urbanisierung und Industrialisierung zu beobachten, die hinsichtlich der Verfügbarkeit von Boden und Wasser in einer gewissen Konkurrenz zum ländlichen Raum bzw. zur Landwirtschaft stehen. Daraus begründen sich konkurrierende Interessenlagen bei den politischen Akteuren. Dabei lässt sich feststellen, dass die Vertreter eines Ausbaus bzw. einer Förderung des Industriesektors ganz offensichtlich in der stärkeren Position sind, da industrielle Produkte auf dem nationalen, aber auch auf den Weltmärkten stärker nachgefragt werden als landwirtschaftliche Produkte und einen größeren Beitrag zum wirtschaftlichen Wachstum leisten.

Die wachsende Umweltbelastung wird von der Bevölkerung zunehmend wahrgenommen. Nach einer Umfrage von Environics International (Toronto) bezeichneten nur 17% der Befragten in Mumbai (Bombay) und – als international schlechtestes Ergebnis der Umfrage – nur 7% in Delhi die Qualität ihrer Umwelt als gut. Daraus begründet sich, dass in einer anderen Umfrage 65% der Befragten in Indien angaben, dass sie bereit wären, 10% mehr für Benzin auszugeben, wenn damit die Luftverschmutzung verringert würde. In zwei anderen aufstrebenden Wirtschaftsländern waren es nur 45% (China) bzw. 33% (Russland) der Befragten. Auch wenn solche Befragungen problematisch sind, weisen sie dennoch auf ein gewisses Problembewusstsein in der Bevölkerung hin.

Die Umweltkrise in Indien – die industrielle Entwicklung als eine Ursache der Umweltbelastung

Die Entwicklung des Industriesektors konnte seit der Unabhängigkeit nicht die Dynamik realisieren, die politisch angestrebt wurde. Dennoch ist festzustellen, dass der Industriesektor sowohl absolut als auch relativ zugenommen hat. Es besteht ein breiter Konsens, dass die industrielle Entwicklung in Indien besonders in den letzten 15 Jahren für die wachsende Umweltbelastung in hohem Maße mit verantwortlich ist. Die Umweltmedien Boden, Wasser und Luft weisen heute zumindest in urbanen, aber auch teilweise in ländlichen Regionen eine Belastung auf, die als Umweltkrise ausgewiesen werden kann.

Dabei ist zunächst festzustellen, dass der Industriesektor ein sehr ressourcenintensives Wachstum aufweist. In diesem Zusammenhang spricht man auch von extensivem Wirtschaftswachstum im Gegensatz zu intensivem Wachstum, das primär durch neue umweltorientierte Technologien generiert wird. So ist beispielsweise die Energiepolitik auch für die Zukunft ganz wesentlich auf den stark steigenden Energiebedarf des Industriesektors ausgerichtet. Es geht darum, die Erzeugung von Energie deutlich zu erhöhen. Dabei wird bis heute weitgehend vernachlässigt, Energie einzusparen, was bedeutet, dass Indien noch ein großes Energieeinsparpotenzial hat. Eine vergleichbare Situation gilt auch für den Bedarf an Wasser, wie im nächsten Abschnitt näher erläutert wird.

Eine Analyse der Struktur des Industriesektors zeigt weiterhin, dass erhebliche Umweltbelastungen von den wachsenden Industriebranchen ausgehen. Hierzu gehören besonders die Branchen der Elektronik, der Chemie und Pharmazie, von Kunststoff und Papier und

traditionell die Industriezweige Holzverarbeitung, Lebensmittelproduktion, Leder und Textil (v. Hauff 2007). Bei den traditionellen Branchen, die in Indien gewisse Stagnationstendenzen aufweisen, gibt es nur ein geringes Interesse an Umweltschutzinvestitionen. Ein weiteres Merkmal des indischen Industriesektors ist die große Bedeutung der kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) (v. Hauff 2002).

Die Einführung aktiver Umweltschutzmaßnahmen führt bei KMU auch in Indien zu einer Reihe von Problemen, die im Prinzip schon aus Deutschland bekannt sind. Zu nennen ist u.a. die geringe Eigenkapitalausstattung, weshalb die Möglichkeiten für umweltorientierte Investitionen begrenzt sind. Aber auch das geringe Wissen über Umweltschutzmaßnahmen beeinträchtigt die Einführung von Umweltschutzmaßnahmen. Da diese Unternehmen oft nur für lokale und regionale, nicht jedoch für internationale Märkte produzieren, kommt es durch die wenigen nationalen Stakeholder auch nur zu einem relativ geringen Druck, die Produktionsbedingungen und die Produkte umweltorientierter zu gestalten. Somit fehlt es bisher auch häufig noch an einer umweltorientierten Qualifizierung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Schließlich ist noch darauf hinzuweisen, dass es in Indien oft an einer umweltgerechten Entsorgung von Abfallstoffen und Abwasser mangelt. Daher sind Stoffkreisläufe und Recycling-Unternehmen eher noch die Ausnahme. Obwohl internationale Organisationen, wie die Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) und die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), aber auch der indische Unternehmerverband Chamber of Indian Industry (CII) um Umweltschutzmaßnahmen bzw. umweltorientierte Programme im Unternehmenssektor bemüht sind, sind die wirtschaftlichen Chancen hinsichtlich der Einsparpotenziale durch Umweltschutzmaßnahmen und damit der Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit in indischen Unternehmen noch relativ unbekannt. Ein wichtiger Ansatz in diesem Zusammenhang sind Umweltschutzkonzepte für Industrieparks, wie in einem Forschungsprojekt am Beispiel des Konzeptes des Eco-Industrial-Park aufgezeigt wurde (v. Hauff/ Wilderer 2002: 395).

Der Zusammenhang von wirtschaftlicher Entwicklung und Umweltschutz wird im Folgenden an dem Umweltmedium Wasser verdeutlicht. Die zu Beginn aufgeführte These wird für den folgenden Abschnitt entsprechend konkretisiert: Die weitere wirtschaftliche Entwicklung und besonders die Dynamik des Industriesektors, ist in Zukunft ganz wesentlich von der ausreichenden Verfügbarkeit von Wasserressourcen abhängig. Schon heute wird die Landwirtschaft durch die Knappheit von Wasser in bestimmten Regionen stark beeinträchtigt. Dies ist auch in zunehmendem Maße für den Industriesektor von Relevanz.

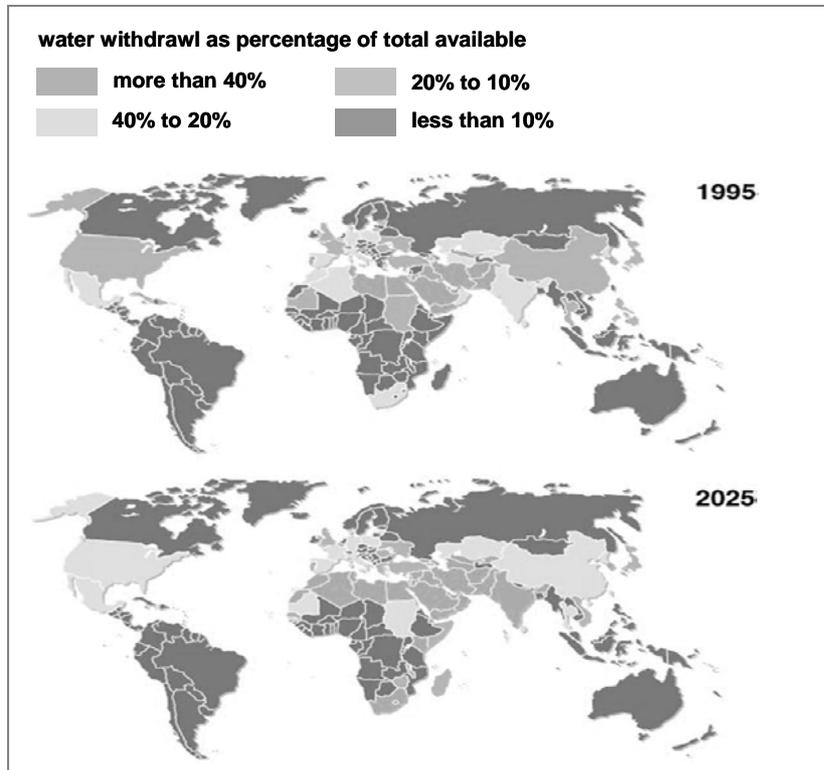
Exkurs: Die Bedeutung der Wasserressourcen für die wirtschaftliche Entwicklung Indiens

Abbildung 2 gibt einen guten Überblick über das Vorkommen von Frischwasser in Indien und der Welt im Jahr 1995 und der voraussichtlichen Verfügbarkeit im Jahr 2025. Dabei wird deutlich, wie sich die Verfügbarkeit von Wasser in dem Zeitraum negativ verändert. Vor diesem Hintergrund scheint das Millennium-Development-Goal der Vereinten Nationen (UN) in Gestalt der Sicherung der Ökologischen Nachhaltigkeit, welches das Unterziel der Halbierung des Anteils der Menschen, die keinen Zugang zu sicherem Trinkwasser und sanitären Einrichtungen haben, beinhaltet, sehr ambitioniert.

Die Abbildung zeigt, dass Indien zu jenen Ländern gehört, die sich in diesem Zeitraum verschlechtern werden. Daher wird sich der Verteilungskonflikt sowohl zwischen verschiedenen Regionen als auch zwischen verschiedenen Nutzergruppen verschärfen. In einigen Regionen bestehen darüber hinaus Probleme in der Verfügbarkeit von Wasser. Diese

Probleme haben sich bereits in der Vergangenheit angedeutet. So wird für den Zeitraum von 1947 bis 2001 nach Schätzungen von einer Halbierung der vorhandenen Menge von Wasser pro Einwohner ausgegangen (Agarwal/ Narain 1999).

Abbildung 2: Voraussichtliche Entwicklung der Verfügbarkeit von Frischwasser zwischen 1995 und 2025



Quelle: UNEP (1999: 55)

Obwohl Indien eines der regenreichsten Länder der Erde ist, leidet es unter einer wachsenden Wasserkrise, die teilweise dadurch zu erklären ist, dass Indien nur einen Bruchteil seiner Wasservorkommen tatsächlich effizient nutzt. Das ist dann besonders relevant, wenn man die ungleiche internationale Wasserverfügbarkeit betrachtet: In Indien leben 16% der Weltbevölkerung, wobei der Bevölkerung dort nur etwa 4% des weltweiten Wasserangebotes zur Verfügung steht. Etwa 226 Millionen Menschen haben in Indien keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser und ca. 10% der Gesamtbevölkerung haben keinen Zugang zu sanitären Einrichtungen.

Die konkrete Situation und Entwicklung wird durch den Begriff des Wasserstress deutlich. Wasserstress – so die internationale Definition – tritt dann ein, wenn jährlich weniger als 1700 m³ erneuerbares Frischwasser pro Einwohner zur Verfügung stehen. Im Jahr 2000 betrug die Pro-Kopf-Verfügbarkeit in Indien 1882 m³. Für das Jahr 2047 wird eine Pro-Kopf-Verfügbarkeit von 750 m³ geschätzt. Berücksichtigt man hierbei die regionale Ungleichverteilung der Wasserressourcen in Indien, so zeigt sich, dass es schon heute große Regionen gibt, die unter Wasserstress leiden. Der Klimawandel wird die Unsicherheiten hinsichtlich der Wasserversorgung noch vergrößern. Folglich können Verbesserungsmaßnahmen des Wassermanagements als Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel verstanden werden. Die folgenden Ausführungen werden sich nun auf den Zusammenhang von industrieller Entwicklung und Wasserverbrauch konzentrieren.

Die Wirtschaftsdynamik der letzten 15 Jahre hat, wie schon erwähnt, zu einer überproportional steigenden Umweltverschmutzung beigetragen. Der Industriesektor trägt einen bedeutenden Anteil zu dieser Verschmutzung bei. Bereits im Jahr 1995 ging eine konservative Schätzung der Weltbank von einem jährlichen Schaden von 9,7 Mrd. US-\$, oder 4,5 % des BIP (zu Preisen von 1992) aus. Alleine 7 Mrd. US-\$ sind dabei auf die Luft- und Wasserverschmutzung zurückzuführen. Der industrielle Sektor Indiens ist bisher nur für 3% der gesamten Wasserentnahme verantwortlich. Der Bedarf wird sich jedoch durch die fortschreitende industrielle Entwicklung weiter erhöhen. Vor allem die unzureichend aufbereiteten industriellen Abwässer stellen ein erhebliches Problem für die Wassergüte dar.

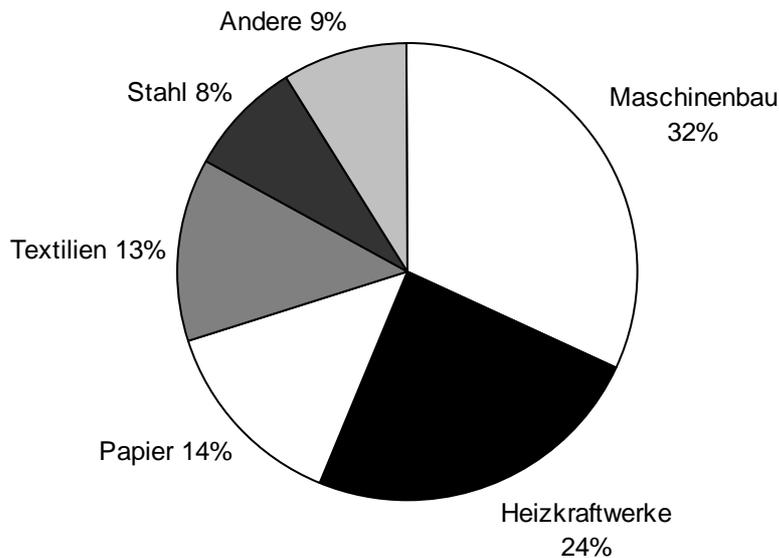
Tabelle 2: Wasserverbrauch und Abwassereinleitung der einzelnen Industriezweige in Indien im Zeitraum 1990-2001

Industriezweig	Abwassereinleitung p.a. (Mio. m ³)	Wasserverbrauch p.a. (Mio. m ³)	Wasserverbrauch in Prozent
Heizkraftwerke	27.000,9	35.157,4	87,87
Maschinenbau	1.551,3	2.019,9	5,05
Zellstoff und Papier	695,7	905,8	2,26
Textilien	637,3	829,8	2,07
Stahl	396,8	516,6	1,29
Zucker	149,7	194,9	0,49
Düngemittel	56,4	73,5	0,18
andere	241,3	314,2	0,78
insgesamt	30.729,2	40.012,0	100

Quelle: CSE (2004: 1)

Pro Jahr fallen in den Industrieunternehmen etwa 30.729 Mill. m³ Abwasser an, von denen täglich ca. 68,5 Mio. m³ direkt und ungeklärt in Flüsse und Seen eingeleitet werden. Vor allem die Abwasseraufbereitung weist erhebliche Defizite auf. Die Abbildung 3 zeigt den Einsatz von Prozesswasser nach verschiedenen Industriezweigen aufgeteilt.

Die Einleitung des industriellen Abwassers ist wegen der potenziell höheren Schädigung und vielschichtigeren Zusammensetzung ein ernst zu nehmendes Problem. In Indien sind ca. 70% des Oberflächenwassers und in zunehmendem Maße die Grundwasserreservoirs mit biologischen, organischen und anorganischen Stoffen kontaminiert. Es können dabei industrielle Abwässer und Abwässer der Abwasserbehandlungsanlagen, aber auch Einträge, von in der Landwirtschaft verwendeten Pestiziden oder Düngemitteln unterschieden werden. Ebenso stellen biologische Einträge in das Grundwasser durch Fluoride, Arsen oder Salze eine Belastungsquelle dar. Die Verschmutzungen der Industrieunternehmen können in organische und anorganische, gelöste und ungelöste Stoffe, unterteilt werden.

Abbildung 3: Einsatz von Prozesswasser nach Industriezweigen

Quelle: Central Pollution Control Board (2003: 19)

In diesem Zusammenhang muss die widersprüchliche Beurteilung von KMU in Indien hervorgehoben werden: Die mittelständischen Unternehmen tragen einerseits ganz wesentlich zum wirtschaftlichen Wachstum, zur industriellen Produktion und zur Beschäftigung sowie zum Export bei. Knapp 40% der industriellen Produktion und 35% der gesamten Exporte werden in diesem Sektor erwirtschaftet. Etwa 27,3 Mio. Arbeitnehmer sind in den ca. 11,5 Mio. Unternehmenseinheiten beschäftigt. Andererseits lässt sich aber auch beobachten, dass die kleinen und mittelständischen Unternehmen, besonders wenn sie regional konzentriert sind, schwerwiegende Gewässerverschmutzungen verursachen. Vor allem kleinere Flüsse wie der Pali Balotra und Jodphurn in Rajasthan, der Jetpur in Gujarat und der Triuppur in Tamil Nadu wurden in besonderem Maße von den dort ansässigen Textilunternehmen geschädigt. Eine Verringerung der Gewässerbelastung durch Industrieunternehmen kann von umweltschonenden Produktionstechnologien in der Industrie erreicht werden. So kann durch den umwelttechnischen Fortschritt die Beanspruchung der Ressource Wasser und die bestehende umwelttechnische Lücke verringert werden. Darüber hinaus gibt es eine ausdifferenzierte Abwasseraufbereitungstechnologie, die die Wasserverschmutzung reduzieren und damit die Wasserverfügbarkeit deutlich verbessern könnte.

Schlussfolgerungen: Das Kooperationspotenzial zwischen Deutschland und Indien im Umweltschutzbereich

Die dynamische wirtschaftliche Entwicklung in Indien hat ganz wesentlich dazu beigetragen, dass das Land einen steigenden Bedarf an Umweltschutz hat. Das gilt sowohl für den Bereich der Umwelttechnik als auch für jenen von Umweltdienstleistungen. Das extensive, d.h. ressourcenaufwändige Wachstum muss in Indien in ein intensives, d.h. technologieorientiertes Wachstum umgeleitet werden. Diese Neuorientierung findet sich jedoch in der indischen Industriepolitik bisher nicht in ausreichendem Maße wieder.

Deutschland gilt in den Bereichen Umwelttechnik und Umweltdienstleistungen weltweit als eines der führenden Länder. Weiterhin ist Deutschland um die konzeptionelle Ausgestaltung einer ökologischen Industriepolitik bemüht und es gibt hierzu erste Ansätze. Daher stellt sich abschließend die Frage, wo die Kooperation zwischen Indien und Deutschland im Umweltschutz steht bzw. wie diese Kooperation konzeptionell weiter entwickelt werden kann. Das erfordert, dass die nationale ökologische Industriepolitik Deutschlands um die internationale Dimension erweitert wird. Es geht also darum, die Kooperation zwischen Deutschland und Indien in die deutsche ökologische Industriepolitik mit einzubeziehen, wie das bereits in allgemeiner Form in der Agenda 21 gefordert wird. Im Folgenden wird zunächst nach der traditionellen Differenzierung zwischen wirtschaftlicher und entwicklungspolitischer Kooperation unterschieden.

Die wirtschaftliche Kooperation zwischen Deutschland und Indien, d.h. die Kooperation zwischen den privatwirtschaftlichen Sektoren Deutschlands und Indiens hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass der Ausbau der wirtschaftlichen Kooperation zwischen den beiden Ländern noch in den 1990er Jahren von einem sehr geringen Niveau ausging. Daher ist festzustellen, dass es zwischen den beiden Ländern in verschiedenen Bereichen noch ein großes Potenzial der wirtschaftlichen Kooperation gibt. Das gilt in besonderem Maße für den Umweltschutzbereich.

Die entwicklungspolitische Zusammenarbeit weist ebenfalls eine lange Tradition auf, die jedoch in den letzten Jahren in zunehmendem Maße kritisch hinterfragt wird. So wird in diesem Kontext eine stärkere Zusammenführung von wirtschaftlicher und entwicklungspolitischer Zusammenarbeit gefordert, wie sie beispielsweise im Rahmen von Public-Private-Partnership-Maßnahmen schon ansatzweise erfolgt. Im Kontext der Entwicklungszusammenarbeit nehmen der Umwelt- und Ressourcenschutz und der Bereich Energie aktuell eine wichtige Stellung ein.

Die verschiedenen Kooperationsebenen im Umweltschutz zwischen Deutschland und Indien sind jedoch bisher in keiner Weise aufeinander abgestimmt. Jedes Bundesland in Deutschland ist in diesem Zusammenhang um eigene Kooperationen bemüht. Auch die GTZ und andere entwicklungspolitische Organisationen haben ihre eigenen Kooperationsprogramme. Das gilt auch für einzelne Ministerien und Unternehmerverbände in Deutschland. Weiterhin müssten in einer deutschen Strategie ökologischer Industriepolitik für die Zusammenarbeit mit Indien weitere Bereiche wie Bildung und Forschung mit einbezogen werden.

Zusammenfassend lässt sich daher feststellen: Es bedarf noch der Entwicklung einer integrierten Strategie hinsichtlich der Zusammenarbeit Deutschlands und Indiens im Umweltschutz. Diese Strategie sollte Bestandteil der ökologischen Industriepolitik Deutschlands werden. Dabei wäre es notwendig, die verschiedenen Akteure wie Unternehmen, Ministerien, aber auch entwicklungspolitische Organisationen und wissenschaftliche Einrichtungen in einer solchen Strategie zusammenzuführen. Dies könnte sowohl zu einer Entlastung der Umwelt in Indien als auch zu einer Förderung deutscher Anbieter von Umwelttechnik und -dienstleistungen beitragen. Die Zusammenarbeit im Bereich Umwelttechnik und -dienstleistungen sollte jedoch auf umweltbezogenen Bildungs- und Forschungsaktivitäten basieren.

Literatur

- Agarwal, Anil/ Narain, Sunita (1999): Making Water management everybody's business. Water harvesting and rural development in India, London: iied, Geth keeper serious no.87.
- Central Pollution Control Board (2003): Assessment of industrial Pollution, India / Ministry of Environment and Forest, New Deli: PROBES/92/2002-2003.
- CSE (Center for Science and Environment) (2004): To use or to misuse, in: [www.cseindia.org /dte/supplement/industry-20040215/Misuse.htm](http://www.cseindia.org/dte/supplement/industry-20040215/Misuse.htm); 03.12.2004.
- EPI (Environmental Performance Index) (2008): Country Scores, Yale Center for Environmental Law and Policy (Yale University) und Center for International Earth Science Information Network (Columbia University), Yale/ New York.
- Esty, Daniel C./ Levy, Marc/ Srebotnjak, Tanja/ Sherbinin, Alexander/ Kim, Christine H./ Anderson, Bridget (2006): Pilot 2006 Environmental Performance Index, Yale Center for Environmental Law and Policy, in: URL: http://sedac.ciesin.columbia.edu/es/epi/downloads/2006EPI_Report_Full.pdf; 23.06.2008.
- International Monetary Fund (2005): India – Staff report for the 2004 article IV Consultation, Washington.
- Neßhöver, Carsten/ Berghöfer, Augustin/ Beck, Silke (2007): Weltranglisten als Beratungsinstrument für Umweltpolitik – eine Einschätzung des Environmental Performance Index, Marburg: Metropolis.
- Rothermund, Dietmar (2008): Indien – Aufstieg einer asiatischen Weltmacht, München: Beck.
- UNEP (1999): Global Environment Outlook 2000, London.
- von Hauff, Michael (2007): Die Rolle Indiens in der globalen Strukturpolitik, Volkswirtschaftliche Diskussionsbeiträge - Technische Universität Kaiserslautern, Nr. 24-2007.
- von Hauff, Michael (2002): Indien vor dem Take-off? In: Draguhn, Werner (Hrsg.): Indien 2002, Hamburg, S. 265-286.
- von Hauff, Michael/ Wilderer, Martin Z. (2002): Ecoindustrial Networking: Ein neues umweltpolitisches Konzept für den Industriesektor Indiens, in: Draguhn, Werner (Hrsg.): Indien 2002, Hamburg, S. 395-410.
- Wagner, Christian (2005): Die verhinderte Großmacht? Die Außenpolitik der Indischen Union 1947-1998, Baden-Baden.
- Zingel, Wolfgang P./ van Dillen, Susanne (2002): Umweltpolitik und Nachhaltige Entwicklung in Indien, in: Draguhn, Werner (Hrsg.): Indien 2002, Hamburg, S. 287-312.

UMWELTINNOVATION ALS MEGATREND

von Martin Jänicke unter Mitarbeit von Stefan Lindemann

Zusammenfassung

In diesem Beitrag sollen Struktur, Funktion und Dynamik der neuen Umweltindustrie untersucht und die Chancen und Defizite neuer Ansätze einer diesbezüglichen Innovationsstrategie der EU und Deutschlands geprüft werden. Größe, Bedeutung und Dynamik der Umweltindustrie werden aus methodischen Gründen noch immer unterschätzt. Umweltinnovationen und umweltindustrielles Wachstum sind aber kein Selbstzweck und keine Garantie für ausreichende Umweltentlastungen. Für ein nachhaltiges Wachstum müssen sie vielmehr – zumal im Zeichen des Klimawandels – eine ökologische Leistungsfähigkeit erreichen, wie sie die Eigendynamik des Marktes allein nicht hervorzubringen vermag. Es geht um einen Typus von Umweltinnovationen der nicht nur auf Politik angewiesen ist, sondern auch forcierende, intelligente Steuerungsformen erfordert.

Einleitung

Der jetzige Boom an öko-effizienten Innovationen hat einen langen Vorlauf. Das japanische Industrieministerium (MITI) entwickelte schon 1974 ein Wirtschaftskonzept, das wissensintensiven, umwelt- und ressourcenschonenden Produktionen große Bedeutung beimaß (MITI 1974). Hauff und Scharpf nahmen hierauf Bezug und empfahlen 1975 eine innovationsorientierte Industriepolitik, die auch den »neuen Markt« ressourcen- und umweltschonender Technologien in den Blick nimmt (Hauff/Scharpf 1975: 115–19; Jänicke 1978: 31ff; SRU 1978). Umweltökonomien betonten gleichzeitig, dass Umweltpolitik letztlich auf technischen Wandel setzen müsse (Kneese/Schulze 1975). Ashford vom amerikanischen MIT entdeckte schon 1979 – lange vor seinem Harvard-Kollegen Porter (1991; Porter/van der Linde 1995) – innovationsfördernde Wirkungen staatlicher Umweltregulierungen (Ashford et al. 1985; Ashford 2005). In Deutschland wurden Vorstellungen einer Ökologisierung des technischen Fortschritts seit den 1980er Jahren entwickelt (Huber 1982). In dieser Zeit entstand auch die Vorstellung einer »Energiewende«, einer Energieversorgung jenseits von Öl und Atomenergie (Krause et al. 1980). Das Konzept der »ökologischen Modernisierung«, das die gemeinsamen Schnittmengen von Ökonomie und Ökologie hervorhebt (Jänicke 1984; Hauff 1985), und die Formel »greening of industry« kennzeichnen in unterschiedlicher Semantik den weiteren Fortgang dieser Innovationsdebatte (SRU 2008; Jänicke 2008).

Was hier konzeptionell und programmatisch als notwendig und möglich vorgedacht wurde, konkretisierte sich schließlich zur Prognose: Das Trend-Szenario eines langfristigen (Kondratieffschen) Wachstumszyklus, der wesentlich von ökologisch angepassten, ressourcenschonenden Technologien getragen wird, wurde bereits vor 25 Jahren vorgelegt und zustimmend diskutiert (Jänicke 1985). Das Prognos-Institut nannte in seinem Euro-Report 1983 vier technologische Schwerpunkte als Träger künftigen Wachstums: Neben Organisations- und Kommunikationstechniken, Automationstechniken und neuen Material- und Werkstofftechniken waren dies Bearbeitungs- und Verfahrenstechniken mit dem Schwerpunkt Umweltschutz, Recycling, rationelle Energienutzung und alternative Energien (Prognos 1982).

Inzwischen haben sich diese Prognose und ihr konzeptioneller Vorlauf als weitgehend richtig erwiesen. Umweltinnovationen sind auch real dabei, sich als Megatrend zu etablieren, wobei Umweltinnovation der weitere und öko-effiziente Innovation der engere, auch auf Ressour-

censchonung abzielende Begriff ist. Innovationsorientierte Umweltpolitik manifestiert sich in hoch entwickelten Industrieländern, vor allem in Europa, als stabiles Wachstum eines neuen Typus von »Umweltindustrie«. Diese Industrie zeichnet eine essenziell hohe Innovationsintensität aus, nicht zuletzt deshalb, weil langfristiges Industriewachstum Umweltentlastungen auf immer höherem Niveau erfordert. Sie trägt damit auch zur ökologischen Modernisierung der Volkswirtschaften insgesamt bei. »Umweltinnovationen« sind zur Schlüsselkategorie der deutschen und europäischen Umweltpolitik avanciert.

Das zu beobachtende hohe Wachstum bei den öko-effizienten Technologien hat Ursachen, deren Bedeutung und Stabilität es zulässt, von einem »Megatrend« zu sprechen (Jänicke 2008). »Megatrend Umweltinnovation« meint hier eine langfristige, objektiv gewordene Entwicklungstendenz, die die Chance einer nachhaltigen Entwicklung bietet. Diese wird durch den grundlegenden Trend erleichtert, aber eben nicht garantiert. Das ist die entscheidende Differenz: Ob der ökologische Innovationsprozess zur langfristigen Problem-entlastung wirklich ausreicht, ist eine ganz andere, aber elementare Frage. Sie verweist auf die politische Trendverstärkung und die gezielte Nutzung objektiver Entlastungspotenziale.

Umweltindustrie – ein methodisch unterschätzter »Sektor«

Neuere Entwicklungen

In den letzten Jahren sind immer mehr Industrieländer zu einer innovationsorientierten Ausrichtung ihrer Umweltpolitik übergegangen. Wie in Deutschland proklamieren maßgebende Politiker einer ganzen Reihe von Industrieländern (Großbritannien, Schweden, Norwegen, Finnland, Japan, Kalifornien, Südkorea und selbst Irland) mittlerweile das Ziel einer nationalen Technologieführerschaft im Bereich öko-effizienter, also gleichermaßen umweltfreundlicher wie Ressourcen schonender Technologien. Die EU hat derartige Ambitionen nicht nur mehrfach bekundet, sondern unternimmt auch konkrete Schritte, um die Förderung und Verbreitung von Öko-Innovationen zu unterstützen. Der deutsche Umweltminister hat im Oktober 2006 ein »Memorandum« zu einer neu konzipierten »ökologischen Industriepolitik« vorgelegt, die zugleich das umweltpolitische Leitthema der deutschen EU-Präsidentschaft im ersten Halbjahr 2007 war (siehe unten).

Insgesamt wurde diese neue Tendenz zuvor bereits in Technologieprognosen sichtbar, bei denen die Umweltthematik (nach einer META-Studie über acht Länder) inzwischen einen Spitzenplatz erreicht hat (Holtmannspötter et al. 2006). Symptomatisch für die Veränderung war auch der rasante Anstieg von Patenten. Dem entsprach ein hohes Wachstum der auf Energie- und Ressourceneffizienz setzenden Unternehmen (BMU 2007). Dies hat eine innovative Variante der »Umweltindustrie« entstehen lassen, die sich – zumal im Zeichen der Klimapolitik – zu einer gigantischen Quasi-Branche entwickelt.

Hier wird ein Trend erkennbar, der – abgesehen von seinem konzeptionellen Vorlauf – aktuelle (situative) wie langfristige (strukturelle) Triebfaktoren hat. Aktuell wird er massiv verstärkt durch neue Erkenntnisse zur offensichtlichen Beschleunigung des Klimawandels sowie durch den dramatischen Anstieg der Energiepreise und der Materialkosten. Die explodierende Rohstoffnachfrage von Ländern wie China, Indien oder Brasilien gibt diesen Erkenntnissen eine weitere Dimension. Verstärkt wird diese Entwicklung durch aktuelle Informationen über wachstumsbedingte Umweltschäden in Schwellenländern mit hohem Industriewachstum. Die absehbaren oder bereits anfallenden Schadenskosten des Klimawandels haben auch die Öffentlichkeit mobilisiert. Bei umweltintensiven Unternehmen hat diese Tendenz die ökonomische Verwundbarkeit und die Unsicherheit über künftige Entwicklungen erhöht (IEA 2007a). Für viele Unternehmen ist es in diesem Spektrum ökologisch-ökonomischer Risiken attraktiver geworden, sich in Bezug auf Umweltbelange

möglichst auf der »sicheren Seite« zu bewegen. Dies fördert die Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen, die zum Umweltschutz im engeren Sinne und insbesondere zur öko-effizienten Ressourcennutzung im weiteren Sinne beitragen. Diese aktuellen Ursachen des „Öko-Booms“ sind aber nur die eine Seite. Für die Langfristprognose der Umweltinnovationen ist deren Funktionsbedeutung von noch höherer Bedeutung.

Funktionsbedeutung von Umweltinnovationen

Das hohe Wachstum der Umweltindustrie ist neben den angeführten aktuellen Triebfaktoren auch mit ihrer hohen, spezifischen Funktionsbedeutung für die langfristige industrielle Entwicklung zu erklären:

- Die Produktion der Umweltindustrie ist die notwendige Bedingung dafür, dass umweltbedingte externe Schadenskosten und Wohlfahrtsverluste des industriellen Wachstums in tolerablen Grenzen gehalten werden. Diese Grenzen haben insoweit objektive Bedeutung, als Umweltkrisen und Protest politisch manifest werden (Japan, USA, Osteuropa, neuerdings China).
- Angesichts begrenzter Senken und vielfach knapper Ressourcen macht globales Industriewachstum Öko-Effizienz auf steigendem Niveau unerlässlich. Es ist diese Dynamik, die die besondere Bedeutung und Permanenz von Innovationen erklärt. Der Stellenwert dieses Innovationsprozesses ist mit der säkularen Steigerung der Arbeitsproduktivität vergleichbar.
- Das »negative« Wachstumserfordernis ständig steigender Öko-Effizienz sichert entsprechenden Innovationen ein langfristiges und zugleich globales Nachfragepotenzial (»global environmental needs«). Über diese Minimalbedingung der Schadensabwehr hinaus kann die Umweltindustrie »positive« Nachfrageimpulse durch Gestaltungsansprüche von Politik und Gesellschaft erfahren. Die diesbezüglichen gesellschaftlichen Ansprüche nehmen mit steigendem Wohlstands- und Bildungsniveau zu (vgl. Kuckartz/Rheingans-Heintze 2006).
- Ungeachtet ihrer eigenen Wachstumsdynamik liegt die Bedeutung der Umweltindustrie und der spezialisierten Anbieter von Umweltinnovationen in ihrer Modernisierungsfunktion für die entwickelten Volkswirtschaften insgesamt: Sie bieten technologische Angebote für Unternehmen, die unter umweltbezogenen Anpassungsdruck geraten oder durch zusätzliche Umweltverbesserungen Reputation anstreben. Als wissens- und innovationsintensive Industrie trägt der Umweltsektor offensichtlich überproportional zur Wertschöpfung und zur Produktivitätssteigerung der Volkswirtschaft bei (DTI/DEFRA 2006, S. 6).
- Die Anbieter von Umweltinnovationen bieten technologische Optionen auch für die Politik. Zugleich sind sie auf politische Hilfestellung angewiesen. Die Umweltindustrie entwickelt sich also in einem Wechselverhältnis von Politik und Technik. Ihre Märkte sind in hohem Maße »legislation-driven« (Ernst & Young 2006: 9). Es kennzeichnet Produzenten von Umweltinnovationen, dass sie in ihrer Marketingstrategie der staatlichen Nachfrageförderung (und Nachfrage) hohe Bedeutung zumessen.

Diese Merkmale kennzeichnen die Spezifika von Umweltinnovationen (Jänicke/Jacob 2006; DTI/DEFRA 2006). Sie erklären, warum Prognosen eines globalen Wettbewerbs zu Lasten der Umweltpolitik (race to the bottom) nicht eingetroffen sind. Die hohe Funktionsbedeutung der Umweltindustrie im globalen Industriewachstum macht die Dynamik und die Stabilität

ihres Wachstums plausibel. Sie darf jedoch die Schwächen in der ökologischen Leistungsfähigkeit dieses Innovationstypus wie auch typische Widerstände nicht vergessen lassen. Immerhin hat der Megatrend Umweltinnovation drei Jahrzehnte gebraucht, um sich fest zu etablieren!

Struktur des Umweltsektors: Die »unsichtbare Industrie«

Nach Roland Berger hatte die Umweltindustrie in Deutschland 2005 einen Umsatz im Umfang von 4 Prozent des BIP (BMU 2007; Ernst & Young 2006; NIW/ZEW/ISI 2006; BMU/UBA 2007). Nach Angaben des DIW hatte die Beschäftigung in diesem Bereich 2006 mit annähernd 1,8 Mio. eine ähnliche Größe (UBA 2008). Für die EU-25 wird in einer umfassenden Studie der Umsatz für 2004 auf 227 Milliarden Euro geschätzt. Diese – unterschätzte – Ziffer entspricht 2,2 Prozent des BIP. Die Beschäftigungswirkung wird mit 3,4 Millionen »full-time job equivalents« (hier EU-25) angegeben. Deutschland ist vor Frankreich und Großbritannien der größte Anbieter von Umweltgütern und -dienstleistungen der EU (Ernst & Young 2006). Spezielle Untersuchungen über Großbritannien oder Österreich bestätigen den hohen Stellenwert der Öko-Industrie (DTI/DEFRA 2006; Köppl 2007).

Zum Begriff der Umweltindustrie

Als »Umweltindustrie« (»Environmental Industry«) wird hier in Anlehnung an eine Definition von Eurostat und OECD die Summe der Unternehmen verstanden, die Güter oder Dienstleistungen sowohl für herkömmlich nachgeschalteten Umweltschutz (»pollution management«, end-of-pipe treatment) als auch integrierte Umweltverbesserungen (clean/cleaner technology, resource management) herstellen (Ernst & Young 2006).

In einer Studie zur »Environmental Industry« für die Europäische Kommission unterscheiden Ernst und Young zwei Teile der Umweltindustrie: (1) Pollution Management: „(...) sectors that manage material streams from processes (the technosphere) to nature (...) typically using ‚end of pipe‘ technology“; und (2) Resource Management: „sectors that take a more preventive approach to managing material streams from nature to technosphere“ (Ernst & Young 2006).

Diese Unterscheidung wird bereits durch die Tatsache sinnvoll, dass sich unterschiedliche Entwicklungstendenzen zwischen beiden Bereichen ergeben haben: In entwickelten OECD-Ländern hat der Anteil von »Cleaner production« gegenüber »End-of-pipe« stark zugenommen und dominiert inzwischen eindeutig (Johnston 2007). Entscheidend sind aber die strukturellen Unterschiede, auch wenn die Abgrenzung im Einzelfall schwierig sein kann. »Clean(er) technology« sollte – anders als in der Studie und auch bei Eurostat – dem Bereich Resource Management zugerechnet werden (DTI/DEFRA 2006). Dies entspricht ihrem integrierten Charakter und unterstreicht andererseits die Spezifik der nachgeschalteten Umweltschutz-Technik. Herkömmliche Umweltschutztechnik (end of pipe) verursacht in aller Regel nicht nur zusätzliche Kosten sondern auch zusätzlichen Ressourcenverbrauch (z.B. Kalkeinsatz bei der Rauchgaswäsche oder Material für Schallschutzwände). Im Bereich Resource Management wird dagegen mit der effizienteren Ressourcennutzung typischerweise auch eine zumindest relative Kosteneinsparung erzielt. Dies eröffnet die auch empirisch zu beobachtende Option, dass anstelle teurer Umweltschutzanlagen Prozess- oder Produktinnovationen vorgenommen werden. Dass in Deutschland die Nachfrage nach herkömmlicher Umweltschutztechnik zurückgeht, der Bereich »Ressourcenmanagement« aber boomt, ist auch hiermit erklärbar. Innovationen finden auch in der herkömmlichen Umweltschutztechnik (clean-up technology) statt und können wie in der Filtertechnik zu

erheblichen punktuellen Umweltentlastungen führen (Kuehr 2007). Umweltinnovationen mit integrierten Lösungen für Verfahren und Produkte (cleaner/clean technology) sind aber im Regelfall ökonomisch effizienter.

Methodische Unterschätzung

Auf Grund statistischer Erfassungs- und Abgrenzungsprobleme wird dieser umfangreiche Bereich der »Umweltindustrie« erheblich unterschätzt. Eine Studie für das britische Umweltministerium spricht daher von einer »invisible industry« (DTI/DEFRA 2006). Diese Unterschätzung zeigt selbst die bedeutende Studie von Ernst & Young für die EU: Wichtige Bereiche fehlen, weil sie statistisch nicht genau erfasst sind. Das gilt für den Bereich »ökologisches Bauen« (eco-construction), der im Zeichen hoher Energiekosten und des Klimaschutzes starke Bedeutung erlangt. Die EU-Studie schätzt ihn vorsichtig auf rund 40 Milliarden Euro, nimmt diese unsichere Zahl aber nicht in die Gesamtsumme auf. Das ist besonders gravierend, weil allein in Deutschland 2005 die Investitionen in die Energieeffizienz von Gebäuden 40 Milliarden Euro betragen (Jochem et al. 2008). Die EU-Studie klammert auch die umweltbezogenen Ausgaben für Forschung und Entwicklung (ca. 2,5 Milliarden Euro) oder Monitoring (1 Milliarde Euro) in der Gesamtsumme aus (Ernst & Young 2006: 15). Anbieter von Öko-Tourismus, ökologischen Finanzdienstleistungen (KfW, DBU), Bio-Produkten oder anderen spezifizierten umweltfreundlichen Produkten (z.B. energieeffiziente »Top Runner«) sind in der Rechnung nicht enthalten. Insoweit ist der angegebene Umfang der Öko-Industrie konservativ geschätzt. Bereits die Einbeziehung der Schätzungen zu »eco-construction« würde diese Industrie in der EU-25 auf einen BIP-Anteil von 2,6 Prozent steigen lassen. Der Umfang des Umweltsektors erweist sich als noch deutlich größer, wenn die Investitionen in den Klimaschutz voll einbezogen werden. Diese machten in Deutschland 2005 immerhin 5% des BIP aus. Die hinzu kommenden Maßnahmen des Klimaschutzprogramms von Meseberg ergeben nach neueren Berechnungen zusätzlich 1,5% (Jochem et al. 2008). Die volle Einbeziehung der klimafreundlichen Verfahren und Produkte ist deshalb besonders wichtig, weil die entsprechenden Investitionen sich im Zeichen hoher Energiepreise als insgesamt hoch rentabel erweisen. Selbst dann würde aber ein Teil der »Umweltindustrie« immer noch methodisch unterschätzt werden. Die Verfahrensumstellungen und die Folgen von Öko-Design in den Unternehmen selbst sind der Statistik nur begrenzt zugänglich. Je mehr es zu einem Umsichgreifen (»Mainstreaming«) von Öko-Effizienz in der Industrie kommt, desto mehr dürften also die Konturen der *Öko-Industrie als Sektor* an ihren Rändern verschwimmen.

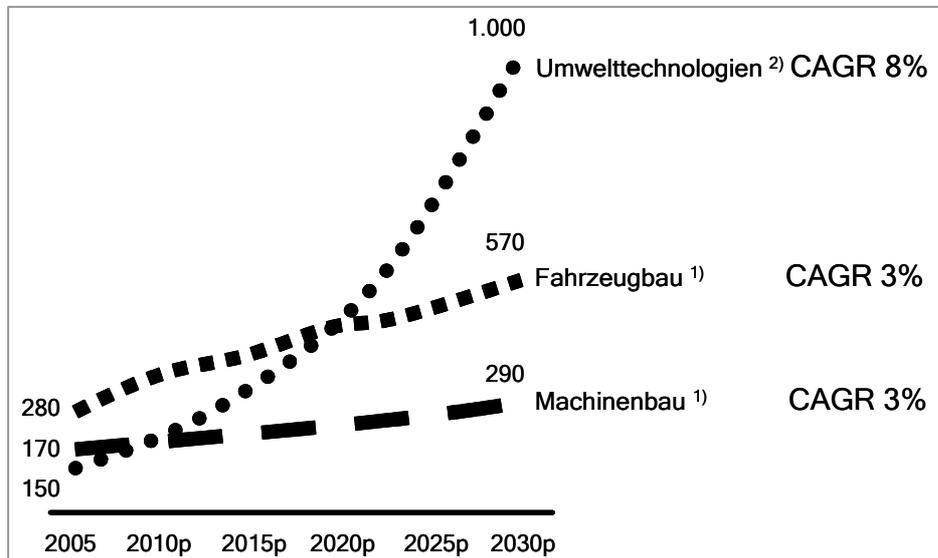
Da die schwer abgrenzbaren Bereiche oft ein hohes Wachstum aufweisen, ist dieses methodische Dilemma einer Erfassung der entsprechenden Wirtschaftstätigkeiten besonders gravierend. Zu einem wesentlichen Teil wird ausgerechnet dieser hoch dynamische Bereich der deutschen und europäischen Volkswirtschaft eine »unsichtbare Industrie« bleiben (vgl. Jänicke/Zieschank 2008).

Wachstumsdynamik des Umweltsektors

Das weltweite reale Nachfragewachstum der (erfassten) Umweltindustrie wird von Roland Berger bis 2020 auf 5,4 Prozent jährlich geschätzt. Für den deutschen Umweltsektor wird das reale Wachstum bis 2030 sogar auf 8 Prozent geschätzt, was einer Erhöhung des BIP-Anteils auf 16 Prozent entsprechen würde (Abbildung 1; BMU 2007). Auch die europäische Umweltindustrie hat eine hohe Wachstumsdynamik (Ernst & Young 2006). Für Großbritannien wird – allerdings bei eingeschränkter Vergleichbarkeit – der Umweltsektor

2001 mit 16 Milliarden Pfund und 170.000 Beschäftigten beziffert. Für 2004 werden 25 Milliarden Pfund und 400.000 Beschäftigte angegeben (DTI/DEFRA 2006). Ein überproportionales Wachstum wird u. a. auch für Österreich nachgewiesen (Köppl 2007).

Abbildung 1: Prognose der deutschen Umweltindustrie



Quelle: BMU (2007)

Eine Befragung von 1.500 Unternehmen dieses Bereichs ergab folgendes Bild der deutschen Umweltindustrie, hier plakativ als »GreenTech« bezeichnet:

Tabelle 1: Struktur und Dynamik der deutschen »GreenTech«

	Deutscher Anteil am GreenTech-Weltmarkt (%)	Jährliches Umsatzwachstum 2004-2006 (%)	Erwartetes jährliches Umsatzwachstum 2007-2009 (%)
Umweltfreundliche Energieerzeugung	30	30	27
Energieeffizienz	10	21	22
Rohstoff- und Materialeffizienz	5	11	17
Kreislaufwirtschaft	25	13	11
Nachhaltige Wasserwirtschaft	5	12	15
Nachhaltige Mobilität	20	29	20

Quelle: BMU (2007: 13,14)

Im Hinblick auf die verlangsamte Wirtschaftsentwicklung bis 2005 dürften die angeführten Wachstumsprognosen nicht unrealistisch sein. Nach Angaben des BMU betrug das Wachstum des deutschen Umweltsektors 2002 bis 2004 10 Prozent (BMU 2006). Andererseits sind Langzeitprognosen zum Wachstum des Umweltsektors, wie sie Roland Berger für Deutschland vornimmt, naturgemäß mit Vorsicht zu beurteilen. Bisher fehlt das human capital für ein derartiges Wachstum.

Zur Governance von Umweltinnovationen

»Starke« Umweltinnovationen

Für die Umweltpolitik geht es nicht um jede Art von Umweltinnovationen. Für sie sind technische Neuerungen erst dann relevant, wenn sie eine signifikante Leistungsfähigkeit im Hinblick auf die Lösung anerkannter Umweltprobleme erwarten lassen. Als Minimalkriterium kann hier der Beitrag zur absoluten Entkopplung einer ökologischen Belastungsentwicklung vom Wachstumstrend gelten. Mit dem Begriff der starken Umweltinnovation soll überdies das Erfordernis unterstrichen werden, industrielles Wachstum ökologisch nachhaltig zu gestalten. Dieses Erfordernis geht durchaus weit: Denn zum einen muss die Rate des technischen Fortschritts der Umweltverbesserung mindestens der Wachstumsrate der belastenden Produktion entsprechen, wobei hohe Wachstumsraten höhere kompensatorische Anstrengungen erfordern. Zum anderen geht es bei der Umweltverbesserung nicht einfach um die Verringerung jährlicher Flussgrößen (Emissionen, Abfälle), sondern um Bestandsgrößen, um akkumulierte Belastungen in den Senken (Atmosphäre, Boden, Grundwasser, Meere). Das Einhalten von kritischen Durchschnittstemperaturen im Klimaschutz oder von kritischen Bodenbelastungen ist ein strengeres Erfordernis als das Absenken jährlicher Einträge.

Ökologisch nachhaltiges Wachstum setzt daher nicht nur fortdauernde Innovationen, sondern vor allem Neuerungen hoher ökologischer Leistungsfähigkeit voraus: Solch »starke« Umweltinnovationen müssen als radikale Neuerungen technologiespezifisch eine mehr als nur schrittweise, inkrementelle Umweltverbesserung mit sich bringen. Radikale Umweltinnovationen ergeben im Gegensatz zu inkrementellen eine weitgehende oder auch grundlegende Verbesserung. Hier geht es dann etwa um den Übergang zu erneuerbaren Energien im Gegensatz zur Wirkungsgradverbesserung von Kraftwerken.

Auch die radikale Umweltinnovation erzielt aber erst dann ihre ökologische Entlastungswirkung, wenn ihr über Nischenmärkte hinaus eine hohe Marktdurchdringung und damit die nötige Breitenwirkung gelingt. Letztlich geht es dabei um globale Märkte bzw. um Lead-Märkte in Pionierländern, die Demonstrationseffekte erzielen und die Lernkosten dafür aufbringen, dass marktfähige technologische Lösungen globaler Umweltprobleme sich weltweit ausbreiten.

Geht es hierbei ausschließlich um ökologische Effektivität, ist der Maßstab der Öko-Effizienz auf Vorteile von Umweltinnovationen bezogen, die aus einer höheren Ressourcenproduktivität erwachsen. Es ist das Kriterium, das über End-of-pipe-Lösungen hinaus weist. Diese können zwar eine hohe schadstoffspezifische Entlastung bringen und ebenfalls (etwa in der Filtertechnik) Gegenstand von Innovationen sein. Der Verbrauch von Ressourcen, insbesondere von Material und Energie hat aber ein breiteres Spektrum negativer Umwelteffekte, und dies auf allen Produktionsstufen. Negative Umwelteffekte der Ressourcennutzung betreffen nicht nur die umweltintensive Rohstoffgewinnung oder das Abfallaufkommen, sondern u.a. auch die Transporte, Lagerungen und dissipativen Verluste. Diese werden mit der Steigerung der Ressourceneffizienz automatisch (relativ) verringert.

Unabhängig von der oft strittigen Frage der Knappheiten ist diese Seite der Ressourcennutzung umweltpolitisch von entscheidender Bedeutung.

Dass mit der höheren Ressourceneffizienz häufig auch Kosten- und Wettbewerbsvorteile verbunden sind, ist ein bedeutender ökonomischer Gratisseffekt. Eine innovationsorientierte Umweltpolitik kann hier auf Konvergenzen zwischen Wirtschafts- und Umweltinteressen setzen, indem sie Kostenentlastungen durch die Einsparung spezifischer Energie-, Material-, Abfall- oder Transportkosten begünstigt. Für die Akzeptanz öko-innovativer Lösungen ist dies naturgemäß von hoher Bedeutung. Der Begriff der »starken Umweltinnovationen« sollte aber auf die ökologische Leistungsfähigkeit fokussieren – hier auf die Umweltentlastung, die ein effizienterer oder durch Substitution (z. B. von Gefahrstoffen) verbesserter Ressourcenverbrauch bewirkt. Die ökonomische Effizienz einer Umweltinnovation sollte gerade wegen ihrer hohen eigenständigen Bedeutung getrennt erfasst und bewertet werden.

Letztlich geht es bei dem Typus starker Umweltinnovationen um weitgehende Neuerungen, die eine Forcierung und gleichzeitige Richtungsänderung des technischen Wandels hin zu ökologisch signifikant angepassteren Technologien bedeuten. Dies ist zu betonen, weil die angestrebten weitgehenden Umweltentlastungen in der Regel nur durch forcierte Innovationsprozesse erzielt werden, die zumindest in der Startphase des Innovationszyklus auf staatliche Maßnahmen angewiesen sind. Auch der 4. Sachstandsbericht des IPCC kommt in seinem Maßnahmenteil zu der Schlussfolgerung: „Government support (...) is important for effective technology development, innovation and deployment. (...) Governments have a crucial supportive role in providing (...) institutional, policy, legal and regulatory frameworks (...) without which it may be difficult to achieve emission reductions at a significant scale“ (IPCC 2007, Teil III: 31). Die knappen staatlichen Handlungsressourcen sollten auf diesen anspruchsvollen und für nachhaltiges Wachstum entscheidenden Typus von Umweltinnovationen konzentriert werden.

Innovationsforcierung

Im Kern geht es um Innovationsforcierung und um die Forcierung der Diffusion. Assoziationen zum Begriff des »technology forcing« liegen nahe. Dieser Begriff bedarf aber einer Klärung. »Technology forcing« ist im Umweltschutz die angestrebte Durchsetzung anspruchsvoller Umweltstandards, die über den Stand der Technik hinausgehen (Bryner 1995). Dabei wird davon ausgegangen, dass diese Technik ohne eine Intervention nicht entwickelt oder vermarktet werden würde. Fälle einer harten Technologieerzwingung hat es freilich kaum gegeben (die Einführung des Abgaskatalysators für PKW in den frühen 1970er Jahren ist ein solcher Fall). Dagegen erleben wir derzeit neue, intelligentere Formen der Innovationsforcierung.

Smart Technology Forcing: Im weiteren Sinne soll daher von einer moderneren, »intelligenten« Variante innovationsforcierender Politik (»smart« technology forcing) die Rede sein: Darunter soll die Summe aller Regelungen verstanden werden, durch die staatliche Politik – flexibel, wirtschaftsverträglich und breit vernetzt – langfristige Umweltziele mit anspruchsvollen Kriterien verfolgt, die über den Stand der Technik signifikant hinausgehen. Beispiele hierfür sind u. a.:

- *Dynamische Standards* setzen auf stufenweise Verschärfungen, die in der Summe auf radikale Entlastungseffekte hinauslaufen können: Der japanische Top-Runner-Ansatz ist die bisher erfolgreichste, radikale Variante einer Innovationsförderung durch dynamische Standards. Euro-Normen können als moderatere Variante hiervon verstanden werden. Sie geben in ihrer antizipierbaren Abfolge eine technologische

Entwicklung vor, die faktisch ebenfalls über den aktuellen Stand der Technik hinausführt.

- *Umweltpolitische Zielvorgaben*: Sie weisen in aller Regel über den Stand der Technik hinaus: Denkbar sind Zielvorgaben jenseits des Technikstandes, die im Falle ihrer Erfüllung mit kalkulierbaren staatlichen Fördermaßnahmen honoriert werden. Entsprechende Neuentwicklungen könnten mit Markteinführungshilfen oder strengeren Standards unterstützt werden.
- *Degressive Förderungen* wie im EEG sind darauf angelegt, ständige, Kosten senkende Verbesserungen im Produktionsprozess erforderlich zu machen, die als (Lern)Prozess über den Stand der Technik hinausführen.
- *Anspruchsvolle Technologie-Ziele* wie die massiv geforderte und geförderte Carbon Capture and Sequestration (CCS) sind eine andere Variante der Innovationsforcierung. Ihr Nachteil ist die staatliche Fixierung einer bestimmten Technik anstelle des erwünschten Umweltziels.
- *Rechtliche Möglichkeiten*, den Stand der Technik zu überschreiten, bestehen grundsätzlich auch im Atomrecht (Stand von Wissenschaft und Technik).

Diffusionsforcierung: Die Funktion grüner Lead-Märkte

Umweltinnovationen starten zumeist auf nationalen Lead-Märkten hoch entwickelter Pionierländer. Im Regelfall zeichnen sich diese Länder durch ein Wechselspiel von hohem Umweldruck und hoher ökonomischer und administrativer Leistungsfähigkeit aus. Solche Lead-Märkte haben zentrale Funktionen für die forcierte internationale Diffusion.

Dies betrifft zum einen und vor allem die Übernahme der Lern- und Entwicklungskosten durch die Märkte reicher Länder: Lead-Märkte werden im »Führungsland« entwickelt und dienen faktisch der Refinanzierung der Innovation und ihrer Ausreifung bei Preis und Qualität. Sie erzielen dort ihre Ausstrahlungseffekte. Damit erfüllen sie eine globale Funktion: die Herstellung einer Diffusionsfähigkeit unter Marktbedingungen. Sie können insoweit auch den – mitunter überschätzten – politisch organisierten Technologietransfer ersetzen. Zugleich entscheidet die Fähigkeit dieser Länder zur Erzielung politischer und technologischer Demonstrationseffekte über die Übernahme in anderen Ländern. Daraus entstehen neue Maßstäbe für die Märkte (benchmarking, »top runner«) und neue politische Optionen in Übernahmelandern (lesson-drawing).

Die *Interne Marktförderung* grüner Märkte in Pionierländern ist daher entscheidend: Regulierte Nachfrage, Markteinführungshilfen, öffentliche Beschaffung, Vereinbarungen mit dem Einzelhandel, Förderung der B2B-Nachfrage (EMAS) und »greening the supply chain« (Sarkis 2006). Die Förderung der Politikdiffusion kann die Technikdiffusion unterstützen. Ein Beispiel ist die Ausbreitung von Einspeisevergütungen für Strom aus erneuerbaren Energien. Investitionen in grüne Lead-Märkte bieten Vorreiter-Chancen im Innovationswettbewerb. Oft ziehen sie auch umweltinnovative ausländische Investoren an.

Zum Instrumentarium innovationsorientierter Umweltpolitik

Im Hinblick auf die Förderung von Umweltinnovationen sind grundsätzlich innovationspolitische und umweltpolitische Instrumente zu unterscheiden. Das Instrumentarium muss den gesamten Innovationszyklus von der (1) Invention über die (2) Markteinführung bis zur (3) Diffusion und zurück zur (1) Invention beeinflussen (vgl. ZEW/FFU 2007). Die

Rückkopplung von erfolgreichen Innovationsprozessen hin zu den Erfindungen scheint dabei interessant, weil sie die Potenziale der Politik zusätzlich erweitert.

Instrumente der Innovationspolitik betreffen primär die erste der drei Innovationsphasen (Forschung und Entwicklung), insbesondere die direkte Projektförderung und die Förderung von Innovationsnetzwerken. Umweltinnovationen setzen ein leistungsfähiges Innovationssystem insgesamt und darin eine starke Umweltkomponente voraus. *Umweltpolitische* Instrumente sollten sicherstellen, dass Umweltinnovationen in allen Phasen gegenüber herkömmlichen Produkten und Verfahren wettbewerbsfähig bleiben. In der Forschung besteht inzwischen weitgehend Konsens, dass die Entwicklung und Verbreitung von ökologischen Zukunftstechnologien – neben kalkulierbaren und anspruchsvollen Zielvorgaben – einen umweltpolitischen »Instrumenten-Mix« erfordert (unter anderem Jänicke 1996; Klemmer et al. 1999; Blazejczak et al. 1999; Ekins/Venn 2006; Bernauer 2006; OECD 2007; IPCC 2007, Teil III). Daher besteht die Herausforderung nicht in der Wahl eines einzelnen Super-Instruments, sondern in der bestmöglichen Ausgestaltung des »Instrumenten-Mix«. Dies gilt insbesondere für komplexe Umweltinnovationen, deren Wirkung nicht auf einzelne Schadkomponenten beschränkt ist. Bei aller Vielfalt der Ausgestaltung ist in Erfolgsbilanzen die Komplementarität von ordnungsrechtlichen und marktbasierenden Instrumenten auffällig, die in der Regel von weiteren unterstützenden Instrumenten flankiert werden.

Diese Struktur des policy mix hat sich bei der Förderung von Umweltinnovationen als zentral erwiesen und auch grundsätzlich bewährt. Dies gilt auch für neuere Instrumente wie den Emissionshandel, die Einspeisevergütung oder den Top-Runner-Ansatz, bei denen markt-basierte und ordnungsrechtliche Steuerungsformen kombiniert werden. In jedem Fall spielen ökonomische Anreize und ordnungsrechtliche Instrumente die wichtigste Rolle im policy mix innovationsorientierter Umweltpolitik. Dies zeigt exemplarisch eine neuere Studie von Ekins/Venn (2006).

Eine forcierte Ausschöpfung – und Steigerung – von Innovationspotenzialen scheint am ehesten zu gelingen, wenn sie massive ökonomische Anreize als allgemeine Tendenzsteuerung mit einer spezifischen regulativen Detailsteuerung kombiniert, die den besonderen Potenzialen und Hemmnissen spezieller Innovationsprozesse Rechnung trägt.

Wiederentdeckung und Weiterentwicklung regulativer Umweltpolitik

Öko-Innovationen sind – wie festgestellt – im Regelfall auf politische Unterstützung angewiesen (Jacob et al. 2005; Hemmelskamp et al. 2000; Klemmer 1999; Jänicke 1998). Typischerweise besteht ein Wechselverhältnis von umweltfreundlichen Regelungen und technischen Innovatoren: Politiker profitieren von der Option technologischer sowie marktfähiger Lösungen und industrielle Innovatoren profitieren von gesetzgeberischer Unterstützung für ihre Technologie. Das Unternehmen Phillips unterstützt beispielsweise öffentlich die Öko-Design-Richtlinie der EU, die seinen Energiesparbirnen eine starke Marktposition verschaffen kann. EURIMA, ein Europäischer Verband für Dämmstoffe, forderte 2006 Maßnahmen für eine bessere Hausisolierung. In solchen Aktivitäten zeigt sich auch, dass die Umweltindustrie zunehmend auch als kollektiver Akteur der Umweltpolitik wirkt.

In konservativen Kosten-Nutzen-Analysen umweltpolitischer Maßnahmen wurden, wie neuere ex-post Studien eindrucksvoll belegen, regelmäßig zu hohe Kosten errechnet, weil die möglichen Innovationseffekte dieser Maßnahmen ignoriert wurden (Oosterhuis 2006; Zeddies 2006; IEA 2007). Tatsächlich ist anspruchsvolle Umweltregulierung zu einem Modernisierungsmotor und zu einem wichtigen Faktor des Innovationswettbewerbs

geworden (Jänicke/Jacob 2006). Dass umweltfreundliche Regelungen zur Modernisierung der Industrie beitragen und Unternehmen „beweglicher und wettbewerbsfähiger“ machen können, ist keine neue Erkenntnis (Wallace 1995; Ashford et al. 1985; Porter und van der Linde 1995; Roediga-Schluga 2004; Pickmann 1998; Similä 2002). Ihre Verankerung in der Umweltpolitik entwickelter OECD Länder hat jedoch lange Zeit in Anspruch genommen.

Inzwischen hat sich gezeigt, dass der oft beschworene Deregulierungswettlauf zu Lasten der Umwelt nicht stattgefunden hat (Jänicke 1998a; Drezner 2001; Vogel 2001; Holzinger 2007). Die ökonomische Globalisierung hat den Innovationswettbewerb im Umweltbereich eher gefördert. Die politische Globalisierung hat eine Arena für politischen Wettbewerb und innovative Gesetzgebung geschaffen.

Während die Regulierung allgemein ein Comeback feiert, haben sich ihre Formen verändert. Der Fokus liegt nun bei der intelligenten »smart regulation« (Gunningham/Grabowsky 1998; Network of Heads of European Environmental Protection Agencies 2005). Die oft hoch komplizierten Instrumente der Regulierung werden von Levi-Faur als »wissensbasierte Instrumente« bezeichnet, die „eines der typischen Kennzeichen der neuen Ordnung darstellen“ (Levi-Faur 2005: 22).

Der erwähnte japanische »Top-Runner«-Ansatz ist ein eindrucksvolles Beispiel für solch ein innovationsfreundliches Regulierungsmuster im Sinne von smart regulation. Mit seiner dynamischen Verschärfung der Standards ist er zugleich ein bemerkenswertes »smart technology forcing«. In Tabelle 2, die seine Effekte darstellt, zeigt sich dies im zweiten Regulierungsschritt. Der zweite, weitergehende Standard basiert nicht mehr auf einem zuvor am Markt vorgefundenen »Top Runner«. Der neue Top Runner ist bereits Produkt des Verfahrens.

Tabelle 2: Ziele und Ergebnisse des Top-Runner-Programms (Beispiele)

Produkt	Zieljahr (Basisjahr)	erreichte / erwartete spezifische Einsparung
Computer:	2005 (1997)	83 % (erreicht 2001)
	2007 (2001)	69 %
CD-Anlagen:	2005 (1997)	78 % (erreicht 2001)
	2007 (2001)	71 %
Video Recorder:	2003 (1997)	74 % (statt 59%)
	2008 (2003)	22 %
Klimaanlagen: (Kälte/Wärme):	2004 (1997)	68 % (statt 66%)
	2010 (2005)	22 %
Kühlschränke:	2004 (1998)	55 % (statt 30%)
	2010 (2005)	21 %
PKW (Benzin):	2010 (1995)	23 % (erreicht 2006)
	2015	29 %
Diesel-Transporter:	2006 (1996)	21,7% (statt 6,5%)
Photokopierer:	2006	30 %
TV-Anlagen:	2003 (1997)	26 % (statt 16 %)

Quelle: ECCJ (2008)

Die Bedeutung ökonomischer Anreize ist mit der Wiederentdeckung der Regulation keineswegs aufgehoben. Die Schwäche des Top-Runner-Programms liegt darin, dass es nur die Energieeffizienz von Produktklassen verbessert. Der übermotorisierte Sportwagen wird sparsamer und dadurch wiederum attraktiver. Den Wechsel in ex ante sparsamere Produktklassen fördert erst der ökonomische Anreiz durch Steuern oder Zertifikate. Die Internationale Energieagentur bringt diese hybride Steuerung bei der Förderung der Energieeffizienz auf die Formel: „The most effective way of encouraging investment in energy-efficiency improvements is the well-designed and well-enforced regulations on energy standards, coupled with appropriate energy-pricing policies“ (IEA 2007b: 20).

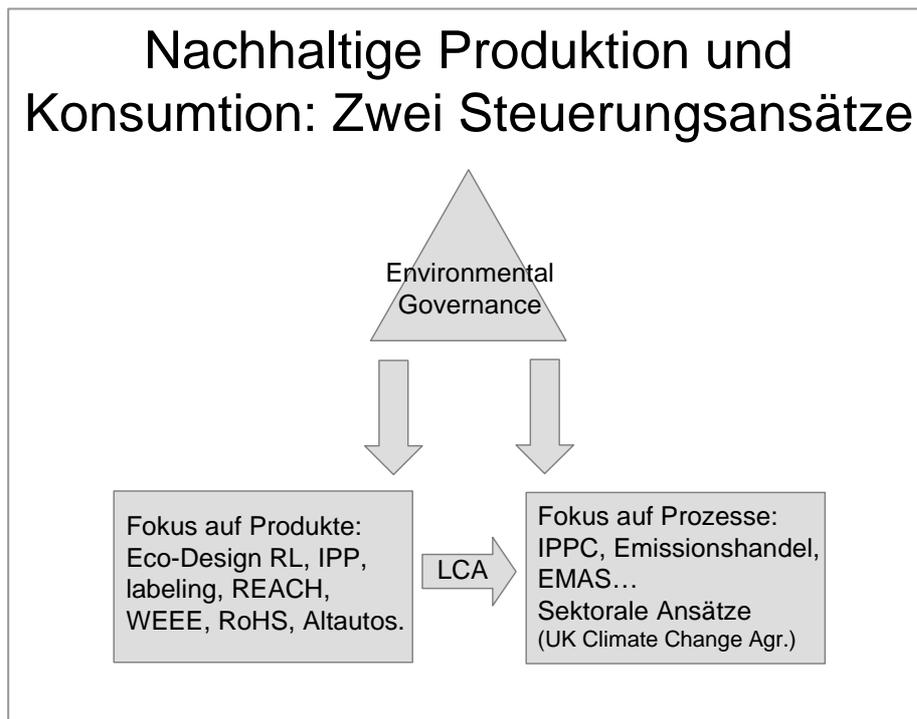
Nachhaltige Produkte und Prozesse

Besonders wichtig geworden sind heute die umweltbezogenen Produktinnovationen in Kategorien des Life-Cycle-Assessment. Wegen der Möglichkeiten einer umweltpolitischen Steuerung über das Design von Produkten, die potenziell bis in die Produktion hineinreicht, sind ökologische Innovationsstrategien hier von besonderem Interesse.

Derzeit vollzieht sich international eine rasche Ausbreitung von Regulierungen zur Steigerung der Energieeffizienz (teils auch der Öko-Effizienz insgesamt). Mehr als 50 Länder haben Mindesteffizienzstandards (Minimum Energy Performance Standards, MEPS) zumindest für einzelne Elektrogeräte eingeführt, zahlreiche weitere Länder sind dabei dies zu tun (OECD 2006). Einen anspruchsvolleren Regelungsansatz für 21 Produktgruppen bietet das erwähnte japanische Top-Runner-Programm. Das US-Energy Policy Act von 2005 führt MEPS für zahlreiche Produkte ein und verschärft bestehende. Die europäische Eco-Design-(EuP)-Richtlinie (2005) weitert den Ansatz auf ökologische Kriterien und die Lebenszyklusbetrachtung aus.

Eine am Produkt und seinem Lebenszyklus orientierte Umweltstrategie bietet eine Reihe von Steuerungsvorteilen: Sie bezieht sich auf die Designphase, in der die Produkteigenschaften und die Prozessketten konzipiert werden. Sie kann auf dieser Ebene – also bei den Herstellern des Endprodukts – den Innovationswettbewerb entfesseln. Als Nachfrager von Vorprodukten fungieren diese Hersteller potenziell als *gate keeper* der Stoffströme und als Steuerungsinstanz, die ein »greening the supply chain« (Sarkis 2006) in Gang zu setzen vermag. Die Last des Innovationsprozesses liegt dabei vorwiegend bei den Vorproduzenten, erleichtert damit aber auch anspruchsvolle Steuerungsleistungen bei den verarbeitenden Unternehmen und ihren Einkaufsabteilungen.

Ein weiterer Vorteil liegt in der Tatsache, dass nur wenige Produktgruppen das Gros der negativen Umwelteffekte repräsentieren: Die Produktgruppen (1) Lebensmittel, (2) Gebäude (einschließlich ihrer Geräteausstattung) sowie (3) Straßenfahrzeuge verursachen in ihrem Lebenszyklus 70 bis 80 Prozent der negativen Umwelteffekte von Produkten (IPTS 2006). Dies sind zudem Bereiche, die ohnehin einer starken Regulierung unterworfen sind. Hervorzuheben ist auch, dass die negativen Umwelteffekte der drei wichtigen Produktgruppen in starkem Maße konvergieren. Eine auf prioritäre Produkte und auf prioritäre, robuste Kriterien (Energie- und Materialverbrauch, Gefahrstoffe und Recyclbarkeit) konzentrierte Umweltinnovationsstrategie ist daher eine viel versprechende Option.

Abbildung 2: Nachhaltige Produktprozesse

Quelle: Jänicke (2008)

Die europäische Öko-Design- oder EuP-Richtlinie bietet hier eine gute Ausgangsbasis. Hervorhebenswert ist, dass sie – anders als das japanische Top-Runner-Programm – nicht auf den Energieverbrauch von Produkten festgelegt ist, sondern im Sinne der Lebenszyklusbetrachtung grundsätzlich auch andere Umwelteffekte der Produkte einschließt. Allerdings ist nun sicherzustellen, dass strenge und dynamische Mindeststandards für die 20 Produktgruppen entwickelt werden.

Schlussfolgerungen

Der neue Boom im Umweltbereich bestätigt diejenigen, die seit langem darauf hinweisen, dass eine anspruchsvolle Umweltpolitik im Gegensatz zu pessimistischen Auffassungen aus der Wirtschaft wichtige Wachstums- und Modernisierungspotenziale besitzt. Innovative Umwelttechnologien spielen mittlerweile im Innovationswettbewerb zwischen hoch entwickelten Ländern eine zentrale Rolle. Die deutsche Umweltindustrie ist auf diesem Gebiet besonders erfolgreich. Sie ist bereits jetzt von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung und verfügt über außerordentliche Wachstumspotenziale. Ohne die bisherige aktive Umweltpolitik in Deutschland und Europa ist diese Entwicklung nicht erklärbar.

Das hohe Wachstum im Bereich umweltfreundlicherer Technologien und Dienstleistungen erklärt sich nicht nur durch aktuelle Entwicklungen des Klimawandels oder bei den Energiepreisen. Die hohe Funktionsbedeutung von Öko-Innovationen im Prozess des globalen Industriewachstums bestimmt entscheidend den langfristigen Trend. Ökologische Schadens- und Krisenvermeidung erfordert eine Steigerung der Öko-Effizienz auf ständig höherem Niveau. Dies ist insoweit eine objektive Tendenz, als sich unerlässliche ökologische Erfordernisse immer wieder über Umweltkrisen und politischen Protest bemerkbar machen oder auch durch vorsorgliche Politik thematisiert und in Maßnahmen übersetzt werden. Daraus speist sich eine Innovationsdynamik besonderen Typs mit spezifischen globalen und langfristigen Marktchancen und einer spezifischen Modernisierungsfunktion für die

Volkswirtschaften. Zu ihren Besonderheiten gehört das enge Wechselverhältnis von Politik und Technik.

Die Bundesregierung hat seit 1998 durch eine programmatische »ökologische Modernisierung« und seit dem Regierungswechsel 2005 mit dem Konzept einer ökologischen Industriepolitik den Umweltinnovationen einen zentralen Stellenwert zugewiesen. Eine anspruchsvolle Ausgestaltung innovationsorientierter Umweltpolitik sollte künftig, ausgehend von den angeführten Besonderheiten von Umweltinnovationen, folgende Ansatzpunkte verstärkt verfolgen:

- *Fokus auf »starke« Umweltinnovationen:* Innovationsorientierte Umweltpolitik sollte sich auf Innovationen konzentrieren, die mit mehr als nur inkrementellen Verbesserungen und bei hoher (auch internationaler) Marktdurchdringung einen Beitrag zur absoluten Entkopplung ökologischer Belastungstrends vom Wirtschaftswachstum leisten. Dabei geht es um eine Beschleunigung und gleichzeitige Richtungsänderung des technischen Fortschritts hin zu ökologisch signifikant angepassten Technologien.
- *Eine aktive Rolle des Staates:* Effektive Umweltinnovationen und insbesondere die Forcierung des umwelttechnischen Fortschritts setzen eine anspruchsvolle Umweltpolitik voraus. Dabei steht die Suche nach Steuerungsformen im Vordergrund, die der hohen Komplexität von Umweltinnovationen gerecht werden, wie sie insbesondere im Bereich der nachhaltigen Produktions- und Konsumtionsmuster sinnvoll angestrebt werden.
- *Anspruchsvolle Ziele, monetäre Tendenzsteuerung, regulative Detailsteuerung plus unterstützende Instrumente:* Neben anspruchsvollen Zielvorgaben und der umweltbezogenen Infrastruktur von Forschung und Entwicklung kommt es auf die Förderung des gesamten Innovationsprozesses von der Markteinführung bis zur globalen Ausbreitung an. Hier ist die Kombination von »monetärer Tendenzsteuerung« (z.B. über den Emissionshandel) und »regulativer Detailsteuerung« (z.B. dynamische Energieeffizienzstandards) zur Erschließung spezifischer Innovationspotenziale und zur Überwindung spezifischer Hemmnisse wichtig. Im Policy-Mix bedarf es meist auch unterstützender Instrumente (z.B. ökologische Beschaffungspolitik, anspruchsvolle Umweltzeichen, Umweltmanagementsysteme).
- *Öko-Design von Produkten und Prozessen:* Die Forcierung produktbezogener Umweltinnovationen, die sich über den Lebenszyklusansatz auch auf die Produktionsprozesse auswirken, ist umweltpolitisch sinnvoll und Erfolg versprechend. Hierzu sind dynamisierte ordnungsrechtliche Regelungen und Produktkennzeichnungen erforderlich, wobei Produktgruppen mit den höchsten negativen Umwelteffekten und den profitabelsten Entlastungspotenzialen Vorrang verdienen. Zur Vermeidung von Rebound-Effekten sind wiederum monetäre Instrumente unerlässlich (z.B. differenzierte Umweltsteuern oder der Emissionshandel).

Grenzen innovationsorientierter Umweltpolitik: Nicht alle Umweltprobleme sind technisch lösbar (z.B. Biodiversität, Boden). Diese technikfernen Bereiche dürfen in der derzeitigen Innovationseuphorie der Umweltpolitik nicht vernachlässigt werden. Andererseits ist zu berücksichtigen, dass Innovationen als Prozesse »schöpferischer Zerstörung« auch Modernisierungsverlierer hervorbringen und daher auf strukturelle Widerstände treffen können. Und schließlich ist auch auf die Grenzen einer politikgetriebenen Innovationsstrategie zu verweisen: Es wird für die Politik darauf ankommen, den Unterschied zwischen einer forcierten Nutzung industrieller Innovationspotenziale und einem überfordernden Interven-

tionismus zu beachten. Investitionszyklen der Wirtschaft müssen berücksichtigt, Überhitzungseffekte vermieden, Fördermaßnahmen zeitlich begrenzt und der Wettbewerb gestärkt werden. Eine enge dialogische Vernetzung von Staat, Wirtschaft, Forschung und Vertretern von Umweltbelangen ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass der Innovationsprozess offen genug abläuft und Fehlentwicklungen frühzeitig erkannt werden.

Literatur

- Ashford, N. A. (2005): Government and Environmental Innovation in Europe and North America. In: M. Weber, Hemmelskamp, J. (eds.): Towards Environmental Innovation Systems. Springer, Berlin/Heidelberg/New York, 159-174.
- Ashford, N. A. (2000): An Innovation-Based Strategy for a Sustainable Environment. In: Hemmelskamp, J./ Rennings, K./ Leone, F. (eds.): Innovation-oriented Environmental Regulation, Mannheim: Physica-Verlag.
- Ashford, N. A./ Ayers, C./ Stone, R. F. (1985): Using Regulation to Change the Market for Innovation. Harvard Environmental Law Review, vol. 2, no. 9, 419-466.
- Beise, M./ Rennings, K. (2005): Indicators for Lead Markets of Environmental Innovations. In: Horbach, H. (ed.): Indicator Systems for Sustainable Innovation. Heidelberg, New York: Physica-Verlag.
- Bernauer, T. (2006): Explaining Green Innovation, CIS Working Paper No 17, 2006. Uni ETH Zürich.
- Blazejczak, J. et al. (1999): Umweltpolitik und Innovation. Politikmuster und Innovationswirkungen im Internationalen Vergleich. Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 22 (1), 1-32.
- Blind, K. (2004): The Economics of Standards. Theory, Evidence, Policy. Cheltenham: Edward Elgar.
- BMU/UBA (2007): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz – Vertiefende Anayse zu Umweltschutz und Innovation, Berlin.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU 2007): GreenTech made in Germany. Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland. München: Verlag Franz Vahlen.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU 2006): Umweltbericht 2006. Berlin.
- Bryner, Gary C. (1995): Blue Skies, Green Politics, 2. Aufl., Washington, D.C.: CQ Press.
- Busch, P.-O./ Jörgens, H. (2005): Globale Ausbreitungsmuster umweltpolitischer Innovationen. In: Tews, K./ Jänicke, M. (Hrsg.): Die Diffusion umweltpolitischer Innovationen. Wiesbaden: VS Verlag, 55-193.
- De Bruijn, T./ Norberg-Bohm, V. (eds., 2005): Industrial Transformation. Environmental Policy Innovation in the United States and Europe. Cambridge, Mass., London.
- Drezner, D. W. (2001): Globalization and Policy Convergence. The International Studies Review, 3 (1), 53-78.
- DTI/ DEFRA (2006): Environmental Innovation. Bridging the Gap between Environmental Necessity and Economic Opportunity. London, Nov. 2006.

- Ekins, P./ Venn, A. (2006): *Assessing Innovation Dynamics induced by Environmental Policy*. London: Policy Studies Institute.
- Energy Conservation Center Japan (ECCJ): *Top Runner Program Revised*, Tokyo.
- Ernst & Young (2006): *Eco-Industry, its Size, Employment, Perspectives and Barriers to Growth in an Enlarged EU*, EU Commission, DG Environment, Sept. 2006.
- Gunningham, N./ Grabowski, P. N. (1998): *Smart Regulation. Designing Environmental Policy*. Oxford: Clarendon.
- Hauff, V. (1985): Für eine ökologische Modernisierung der Volkswirtschaft, in: Hauff, V. / Müller, M. (Hrsg.): *Umweltpolitik am Scheideweg*, München: C.H.Beck.
- Hauff, V./ Scharpf, F. W. (1975): *Modernisierung der Volkswirtschaft – Technologiepolitik als Strukturpolitik*. Frankfurt/M.-Köln: EVA.
- Hemmelskamp, J./ Rennings, K. / Leone, F. (eds., 2000): *Innovation-oriented Regulation. Theoretical Approaches and Empirical Analysis*. Heidelberg, New York: Physica-Verlag.
- Holzinger, K. (2007): »Races to the Bottom« oder »Races to the Top«? Regulierungswettbewerb im Umweltschutz, Jacob, K. et al. (Hrsg.): *Politik und Umwelt, PVS-Sonderheft 39*, Wiesbaden, 177-199.
- Holtmannspötter, D./ Rijkers-Defrasne, S./ Glauner, C./ Korte, S./ Zweck, A. (2006): *Aktuelle Technologieprognosen im internationalen Vergleich – Übersichtsstudie*. Düsseldorf: VDI.
- Huber, J. (1982): *Die verlorene Unschuld der Ökologie – Neue Technologien und industrielle Entwicklung*. Frankfurt/M.: Fischer.
- International Energy Agency (2007): *Experience with Energy Efficiency Regulations for Electrical Equipment*. IEA Information Paper, OECD/IEA, Paris, August 2007.
- International Energy Agency (2007a): *Climate Policy Uncertainty and Investment Risk*, Paris: OECD.
- International Energy Agency (2007b): *World Energy Outlook 2007*. Paris: OECD.
- IPCC (2007): *Climate Change 2007 Mitigation of Climate Change. Working Group III. Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge etc.: Cambridge University Press.
- IPTS (2006): *Environmental Impact of Products (EIPRO). Analysis of the Life Cycle Environmental Impacts Related to the Final Consumption of the EU-25*, EU Commission Joint Research Centre.
- Jacob, K. et al. (2005): *Lead Markets for Environmental Innovations*, Heidelberg: Physica-Verlag.
- Jänicke, M. (2008): *Megatrend Umweltinnovation. Zur ökologischen Modernisierung von Wirtschaft und Staat*, München: Oekom-Verlag.
- Jänicke, M. (2000): *Ökologische Modernisierung als Innovation und Diffusion in Politik und Technik*. *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung* 13, 281-297.
- Jänicke, M. (1998): *Umweltinnovationen aus der Sicht der Policy-Analyse: Vom instrumentellen zum strategischen Ansatz der Umweltpolitik*. In: Jann, W./ König, K./ Landfried, C./ Wordelmann, P. (Hrsg.): *Politik und Verwaltung auf dem Wege in die*

- transindustrielle Gesellschaft. Carl Böhrer zum 65. Geburtstag. Baden-Baden: Nomos.
- Jänicke, M. (1998a): Umweltpolitik: Global am Ende oder am Ende Global? In: Beck, U. (Hrsg.): Perspektiven der Weltgesellschaft. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Jänicke, M. (1996): Was ist falsch an der Umweltdebatte? Kritik des umweltpolitischen Instrumentalismus, Jahrbuch Ökologie 1997. München, 35-46.
- Jänicke, M. (Hrsg., 1985): Vor uns die Goldenen Neunziger Jahre? Langzeitprognosen auf dem Prüfstand. München: Piper.
- Jänicke, M. (1984): Umweltpolitische Prävention als ökologische Modernisierung und Strukturpolitik, Wissenschaftszentrum Berlin, IIUG discussion paper 84-1, 44 S.
- Jänicke, M. (Hrsg., 1978): Umweltpolitik. Beiträge zur Politologie des Umweltschutzes, Opladen: Leske – UTB.
- Jänicke, M./ Jacob, K. (Hrsg., 2006): Environmental Governance in Global Perspective – New Approaches to Ecological and Political Modernisation. Berlin.
- Jänicke, M./ Jörgens, H. (2004): Neue Steuerungskonzepte in der Umweltpolitik. Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 27. Jg., H. 3, 297-348.
- Jänicke, M. / Zieschank, R. (2008): Structure and Function of the Environmental Industry – The Hidden Contribution to Sustainable Growth in Europe, FFU-Report 01/2008, Berlin.
- Jochem et al. (2008): Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland (Zwischenbericht), Potsdam (PIK) / Karlsruhe (ISI).
- Johnstone, N. (Ed.)(2007): Environmental Policy and Corporate Behaviour, Cheltenham/Northampton: Edward Elgar.
- Jordan, A./ Wurzel, R.K.W./ Zito, A. R. (2003): ‚New‘ Instruments of Environmental Governance? National Experiences and Prospects. London, Portland. Or.: Frank Cass.
- Jordana, J./ Levy-Four, D. (eds., 2004): The Politics of Regulation – Institutions and Regulatory Reforms for the Age of Governance. Cheltenham, Northampton, MA.: Edward Elgar.
- Klemmer, P. (Hrsg., 1999): Innovationen und Umwelt. Berlin: Analytica Verlagsgesellschaft.
- Kneese, A./ Schulze, C. (1975): Pollution, Prices and Public Policy. Washington, D. C.
- Köpl, A. (2007): Dynamics in the Environmental Industry: The Case of Austria, Vortrag auf dem Workshop des BMU »Environment – Innovation – Employment«, Berlin 19.-20. April 2007.
- Krause, F./ Bossel, H./ Müller-Reissmann, K.-F. (1980): Energie-Wende – Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran. Frankfurt/M.: Fischer.
- Kuckartz, U./ Rheingans-Heintze, A. (2006): Trends im Umweltbewusstsein – Umweltgerechtigkeit, Lebensqualität und persönliches Engagement. Wiesbaden: VS Verlag.
- Kuehr, R. (2007): Environmental Technologies – From Misleading Interpretations to an Operational Categorisation & Definition. Journal of Cleaner Production 15, 1316-1320.

- Levi-Faur, D. (2005): The Global Diffusion of Regulatory Capitalism. In: Levi-Faur, D. / Jordana, J. (eds.): The Rise of Regulatory Capitalism: The Global Diffusion of a New Order. The Annals of the American Academy of Political and Social Science, Vol. 598. Thousand Oaks, London, New Dehli: SAGE, 12-32.
- Ministry of International Trade and Industry (MITI) (1974): Direction for Japan's Industrial Structure, Tokyo.
- Network of Heads of European Environmental Protection Agencies (2005): The Contribution of Good Environmental Regulation to Competitiveness. November 2005.
- NIW/ZEW/ISI (2006): Zur technischen Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltschutzwirtschaft im internationalen Vergleich, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 20-2007, Ms. Nov. 2006.
- OECD (2007): Instrument Mix for Environmental Policy. Paris: OECD.
- OECD (2006): Can Energy-Efficient Electrical Appliances be Considered »Environmental Goods«? OECD Trade and Environment Working Paper No. 2006-04.
- OECD (2005): Modernising Government – The Way Forward. Paris: OECD.
- OECD (2003): Voluntary Approaches to Environmental Policy. Paris, OECD.
- OECD (1997): Reforming Environmental Regulation in OECD Countries. Paris: OECD.
- Oosterhuis, F. (2006): Ex-post estimates of costs to business of EU environmental legislation. Report commissioned by: European Commission, DG Environment. Vrije Universiteit, Amsterdam: The Institute for Environmental Studies (IVM).
- Pickman, H.A. (1998): The Effect of Environmental Regulation on Environmental Innovation. Business Strategy and the Environment, 7 (4), 223-233.
- Porter, M. E. (1991): Nationale Wettbewerbsvorteile. Erfolgreich konkurrieren auf dem Weltmarkt. München: Knauer.
- Porter, M. E./ van der Linde, C. (1995): Green and Competitive: Ending the Stalemate. Harvard Business Review, September–October, 120-134.
- Porter, M. E./ Esty, D. C. (2002): Ranking national environmental regulation and performance: a leading indicator of future competitiveness? In: World Economic Forum (ed.): The Global Competitiveness Report 2001–2002. New York: Oxford University Press.
- Prognos AG (1982): Euro Report 1983. Basel.
- Roediga-Schluga, T. (2004): The Porter Hypothesis and the Economic Consequences of Environmental Regulation: A Neo-Schumpeterian Approach. Edward Elgar.
- Sarkis, J. (2006): Greening the Supply Chain. London: J. Springer.
- Schumpeter, J. A. (1942): Capitalism, Socialism and Democracy. New York: Harper & Brothers.
- Swedish Environmental Protection Agency (SEPA) (2005): The Top Runner Program in Japan. Stockholm.
- Similä, J. (2002): Pollution Regulation and its Effects on Technological Innovations. Journal of Environmental Law, 14 (2), 143-160.
- SRU (2002): Umweltgutachten 2002. Für eine neue Vorreiterrolle. Stuttgart: Metzler-Poeschel.

- SRU (2008): Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels. Umweltgutachten 2008, Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Umweltbundesamt (2008): Hintergrundpapier „Beschäftigung im Umweltschutz“, UBA Juni 2008.
- Vogel, D. (2001): Is there a Race to the Bottom? The Impact of Globalisation on National Regulatory Policies. *The Tocqueville Review* 22 (1), 163-171.
- Wallace, D. (1995): Environmental Policy and Industrial Innovation. Strategies in Europe, the USA and Japan. London: Earthscan.
- Weber, M./ Hemmelskamp, J. (eds.) (2005): Towards Environmental Innovation Systems. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.
- Zeddies, G. (2006): Gesamtwirtschaftliche Effekte der Förderung regenerativer Energien, insbesondere der Biomasse – Eine kritische Beurteilung vor dem Hintergrund modelltheoretischer Konzeptionen. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht* 29. Jg. H. 2, 183-205.
- ZEW/FFU (2007): Instrumente zur Förderung von Umweltinnovationen, Untersuchung für das Umweltbundesamt, März 2007.

DAS SOZIALE KAPITAL ÖKOLOGISCHER INDUSTRIEPOLITIK: ORGANISATORISCHE UND INSTITUTIONELLE VORAUSSETZUNGEN EINES ÖKOLOGISCHEN STRATEGIEWANDELS

von Franz Lehner

Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird ökologische Industriepolitik als Politik verstanden, welche eine rasche ökologische Effizienzsteigerung von Wirtschaft und Konsum als Hebel zur Sicherung und Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie nutzt. Die zentrale These dieses Beitrages lautet, dass der rasche Erfolg ökologischer Industriepolitik in erster Linie durch ihre soziale Organisation und ihre Institutionalisierung bestimmt wird. Dahinter steht die Einsicht, dass eine wirtschaftlich wie ökologisch sinnvolle ökologische Industriepolitik mindestens ebenso stark auf Diffusion wie auf Innovation ausgerichtet sein muss. Dazu muss man auch kleine und mittlere Unternehmen systematisch in eine ökologische Industriepolitik einbeziehen – und zwar nicht nur die vielen innovationsaktiven, sondern auch die viel größere Zahl derjenigen, die bisher nicht innovationsaktiv sind. Dazu müssen diese Unternehmen systematisch in Wissensnetze und institutionelle Strukturen eingebunden werden, in deren Rahmen Innovationsprojekte mit überschaubaren Kosten konzipiert und durchgeführt werden können.

Einleitung

Der Begriff „ökologische Industriepolitik“ wird, wie auch der Begriff „Industriepolitik“, in der politischen Praxis und in der wissenschaftlichen Diskussion unterschiedlich und oft unscharf verwendet. Deshalb beginne ich diesen Beitrag mit Definitionen.

Ich beginne mit dem Begriff „Industriepolitik“ und definiere Industriepolitik als Politik zur Förderung der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie. Wettbewerbsfähigkeit definiere ich, dem American Competitiveness Policy Council (1993: 4) folgend, als die Fähigkeit der Industrie, Güter und Dienstleistungen zu produzieren, die auf den internationalen Märkten absetzbar sind. Dadurch wird der Lebensstandard der Bevölkerung gesteigert und langfristig abgesichert. Wettbewerbsfähigkeit in diesem Sinne ist also nicht nur die Fähigkeit von Unternehmen, sich am Markt profitabel zu behaupten, sondern verknüpft diesen Anspruch mit der längerfristigen Sicherung und Verbesserung des Lebensstandards der Bevölkerung. Diese Definition von Wettbewerbsfähigkeit lässt sich durchaus mit erweiterten Nachhaltigkeitskonzepten, beispielsweise dem der Brundland-Kommission (World Commission on Environment and Development 1987) verbinden.

Von der oben genannten Definition von Industriepolitik ausgehend definiere ich ökologische Industriepolitik als Politik, welche eine rasche ökologische Effizienzsteigerung von Wirtschaft und Konsum als Hebel zur Sicherung und Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie nutzt. Ökologische Industriepolitik verknüpft also industriepolitische Ziele synergetisch mit ökologischen Effizienzzielen – oder strebt das zumindest an. Die Gleichsetzung der ökologischen Zielsetzung mit Effizienzsteigerung mag sich zunächst unnötig restriktiv anhören, gibt es doch auch andere wichtige Ziele von Umweltpolitik, wie zum Beispiel die Schadstoffvermeidung. Ich folge jedoch Friedrich Schmidt-Bleek (1994, 1998), der argumentiert, dass die massive Verbesserung der Ressourcenproduktivität die eigentliche strategische Stellschraube für die Umweltpolitik ist. Darauf komme ich weiter unten noch ausführlicher zurück.

Die zentrale These dieses Beitrages lautet: Der (rasche) Erfolg ökologischer Industriepolitik wird in erster Linie durch ihre soziale Organisation und ihre Institutionalisierung bestimmt. Finanzielle Förderung ist dem gegenüber nachrangig, wenn auch in manchen Fällen wichtig oder zumindest förderlich. Deshalb spreche ich hier von sozialem Kapital. Der französische Soziologe Pierre Bourdieu bezeichnet mit dem Begriff „soziales Kapital“ die Handlungsmöglichkeiten, über welche ein Akteur durch seine soziale Beziehungen und deren Institutionalisierung verfügt.

Hinter dieser These steht ein breites Verständnis von Industriepolitik. Industriepolitik, auch ökologische Industriepolitik, ist oft einseitig auf Technologie und radikale Innovation sowie auf „Umweltindustrie“ ausgerichtet. Wie ich im Folgenden ausführen werde, greift eine solche Politik sowohl bezogen auf die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie als auch auf eine rasche und breite Effizienzsteigerung zu kurz.

Kontext: Die Entwicklung einer wissensbasierten Volkswirtschaft

Die Europäische Union hat sich in ihrer „Lissabon-Strategie“ zum Ziel gesetzt, die stärkste wissensbasierte Volkswirtschaft der Welt zu werden. Mit dem Konzept der „wissensbasierten Volkswirtschaft“ hat sie ein von der OECD (1996) entwickeltes Leitbild übernommen. Als „wissensbasierte Volkswirtschaft“ wird eine Volkswirtschaft bezeichnet, welche direkt auf der Produktion, Verteilung und Nutzung von Wissen und Information beruht (OECD 1996: 7). Diese Definition ist insofern wenig hilfreich, als aus ihr nicht erkennbar ist, was denn gegenüber der jetzigen (industriellen) Volkswirtschaft neu sein soll.

Aus der Sicht von Drucker (1989, 1994) liegt das Neue vor allem in der Nutzung des Wissens. Die Nutzung des Wissens hat seit 1750 eine grundlegende Transformation durchlaufen, die durch die Geschwindigkeit und die Reichweite der Wissensdiffusion ausgelöst wurde. In der ersten Phase dieser Transformation wurde Wissen zunächst systematisch angewandt auf Werkzeuge, Produkte und Prozesse. Das führte zur industriellen Revolution. Nach 1880 trat die Transformation der Wissensnutzung in eine zweite Phase: Wissen wurde angewandt auf die Analyse und Gestaltung von Arbeit. Daraus entwickelte sich die Produktivitätsrevolution, welche den Lebensstandard breiter Bevölkerungsschichten durch höhere Löhne, mehr Freizeit und mehr Gesundheitsvorsorge massiv verbessert hat. In diesen beiden Phasen wurde Wissen als Hilfsfaktor genutzt, um den Einsatz der Produktionsfaktoren Ressourcen, Arbeit und Kapital zu verbessern. In der dritten Phase dagegen wird Wissen selbst zum zentralen Produktionsfaktor und vor allem für die systematische Produktion von Wissen genutzt. Die Wissensproduktion entwickelt sich zu einer eigenständigen wirtschaftlichen Aktivität, welche die Produktion von Gütern und Dienstleistungen dominiert. Sie prägt immer mehr auch die Arbeit und die sozialen Strukturen.

In der einschlägigen Literatur gibt es allerdings unterschiedliche und konträre Auffassungen über die Entwicklung von Arbeit und sozialen Strukturen. Grob gesprochen kann man auf der einen Seite Auffassungen feststellen, die erwarten, dass es eher zu einer Polarisierung zwischen einer eng definierten „Wissensarbeit“ und anderer Arbeit kommen wird. Als Wissensarbeit wird sich eine Form abstrakter, verwissenschaftlichter und oft theoretischer Arbeit durchsetzen. Wissensarbeit beschränkt sich weitgehend auf Forschung und Entwicklung, Konstruktion, Design, Analyse und Management. Dabei werden vor allem bei der anderen Arbeit stabile Beschäftigungsverhältnisse, herkömmliche Tarifstrukturen und lebenslang gültige Berufsbilder stark an Bedeutung verlieren (u.a. Aronowitz/ DiFazio 1994; Cortada 1998; Heidenreich 2002; May/ Korczynski/ Frenkel 2002; Reich 1991).

Auf der anderen Seite wird argumentiert, dass sich Wissensarbeit keineswegs auf die Produktion und Nutzung von wissenschaftlichem Wissen beschränken, sondern im Gegenteil gerade auch die Nutzung von implizitem und sozialem Wissen wirtschaftlich an Bedeutung gewinnen werde. Polarisierende Beschäftigungsstrukturen und eine Erosion von stabilen Beschäftigungsverhältnissen werden deshalb nur bezogen auf unqualifizierte Arbeit erwartet (u.a. Alvesson 2000; Appelbaum/ Bailey/ Kalleberg 2000; Argote/ McEvily/ Reagans 2003; Carnevale/ Disrochers 2002; Cavusgil/ Calatone/ Zhao 2003; Heidenreich 2004; Picot/ Fiedler 2000; Spitz-Oener 2006). Die hier skizzierten Widersprüche lassen sich jedoch auflösen, wenn man berücksichtigt, dass es unterschiedliche Wege zur Erreichung der wissensbasierten Volkswirtschaft gibt. Wie Lam (2002) zeigt, sind unterschiedliche Wege auch mit unterschiedlichen Formen von Wissensarbeit und mit unterschiedlichen Folgen für die Beschäftigung verbunden.

Unterschiedliche Entwicklungsmöglichkeiten markieren auch strategische Handlungsmöglichkeiten. Diese Möglichkeiten werden konkreter, wenn man eine grundlegendes „Paradoxon“ der wissensbasierten Volkswirtschaft betrachtet. Wie Lundvall und Johnson (1994) und ihnen folgend die OECD (1996) hervorheben, ist Wissen zwar der zentrale Produktionsfaktor der wissensbasierten Volkswirtschaft, aber keineswegs ein knapper Faktor. Im Gegenteil: Wissen ist im Überfluss vorhanden, knapp ist dagegen die Fähigkeit, Wissen wirtschaftlich sinnvoll zu nutzen.

Diese Aussage scheint zunächst zu einem Widerspruch zu führen. Wenn sie richtig ist, dann kann in der wissensbasierten Volkswirtschaft die Produktion von Wissen nicht mehr im Zentrum stehen, weil Wissen kein knappes Gut mehr ist. Nach der ökonomischen Logik könnte man erwarten, dass ein Überfluss an Wissen die Wissensproduktion verlangsamt oder gar zum Erliegen bringt, weil es sich für Unternehmen nicht lohnt, knappe Mittel für die Produktion eines Faktors aufzuwenden, der im Überfluss vorhanden ist. Auch die Politik hätte kaum noch wirtschaftliche Anreize, in Wissenschaft und Forschung zu investieren, weil dadurch die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft nicht mehr gesteigert werden könnte.

Diese Schlussfolgerung ist jedoch irreführend, weil auch bei einem Überfluss an Wissen Unternehmen, welche über wirtschaftlich verwertbares Wissen verfügen, das konkurrierende Unternehmen nicht haben, einen Wettbewerbsvorteil erzielen. Der „Überfluss an Wissen“ hebt das Schumpeter'sche Gesetz nicht aus, wonach Unternehmen und Volkswirtschaften an der Spitze der Wissensentwicklung ein temporäres Monopol erhalten, sich also für kürzere oder längere Zeit dem Wettbewerb entziehen können. Auch in der wissensbasierten Volkswirtschaft gibt es deshalb starke Anreize für Investitionen in Wissenschaft und Forschung und für ein weiterhin hohes oder gar zunehmendes Tempo der Wissensproduktion (Lehner 2004, 2005).

In Anbetracht dieses Sachverhalts bedarf die Aussage, in der wissensbasierten Volkswirtschaft sei Wissen im Überfluss vorhanden, einer Korrektur: Es gibt zwar auf der einen Seite Wissen im Überfluss, auf der anderen Seite ist Spitzenwissen nach wie vor ein beschränkter Faktor. Aus diesem Sachverhalt ergibt sich eine „Dialektik“ von Knappheit und Überfluss des Wissens, wobei die Produktion von knappem Wissen immer auch den Überfluss vergrößert, weil mit der Produktion von Spitzenwissen weiteres Wissen produziert wird. Der Überfluss wird zu einem großen Teil als „Nebenprodukt“ der Erzeugung knappen Spitzenwissen produziert und hemmt deshalb die Wissensproduktion nicht. Dieser Überfluss wird wirtschaftlich nur in dem Maße produktiv, in dem die Fähigkeiten zur Nutzung von Wissen entwickelt werden.

In der wissensbasierten Volkswirtschaft gibt es bezogen auf die Wissensproduktion zwei knappe Faktoren: Einerseits das Spitzenwissen, mit dem sich Unternehmen, aber auch

ganze Volkswirtschaften Wettbewerbsvorsprünge verschaffen können, und andererseits die Fähigkeit, Wissen wirtschaftlich sinnvoll zu nutzen und es breit zu diffundieren. Die Entwicklung einer wettbewerbsfähigen wissensbasierten Volkswirtschaft kann sich also entweder auf die rasche Entwicklung und Anwendung von Spitzenwissen oder auf die rasche und breite Diffusion von neuem Wissen oder auf eine Kombination beider Entwicklungslinien stützen. Jede dieser Linien oder Pfade ist mit anderen Strukturen von Arbeit, insbesondere von Wissensarbeit, verbunden (Lehner 2006). Grob vereinfacht sind diese Entwicklungspfade in Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1: Unterschiedliche Entwicklungspfade der wissensbasierten Volkswirtschaft

		Tempo und Breite der Diffusion und Nutzung von Wissen	
		niedrig	hoch
Tempo und Breite der Wissensproduktion an der Spitze	niedrig	Verzögerte Entwicklung der wissensbasierten Volkswirtschaft	Transferbestimmte partielle Entwicklung der wissensbasierten Volkswirtschaft
	hoch	Forschungsbestimmte partielle Entwicklung der wissensbasierten Volkswirtschaft	Vollständige Entwicklung der wissensbasierten Volkswirtschaft

Quelle: Eigene Darstellung

Eine verzögerte Entwicklung liegt dann vor, wenn eine entwickelte Volkswirtschaft in der Forschung und Entwicklung deutlich hinter dem Durchschnitt der entwickelten Volkswirtschaften zurückfällt und wenn in dieser Volkswirtschaft ein großer Teil der Unternehmen mit der (internationalen) Entwicklung von Produkt- und Prozess- sowie von Organisationsinnovationen in der jeweiligen Branche nicht mithalten kann. Eine solche Volkswirtschaft bleibt im Vergleich zu den anderen entwickelten Volkswirtschaften zu lange und zu stark in den Strukturen der industriellen Volkswirtschaft verhaftet. Eine forschungsbestimmte partielle Entwicklung der wissensbasierten Volkswirtschaft baut ausschließlich oder weitestgehend auf Spitzenforschung und der Entwicklung neuer Produkte für neue Märkte auf. Sie führt zu einer im Vergleich zu der gesamten Volkswirtschaft kleinen wissensbasierten Volkswirtschaft die größtenteils aus forschungsintensiven Unternehmen besteht. Die transferbestimmte partielle Entwicklung der wissensbasierten Volkswirtschaft nutzt den Überfluss an Wissen, der durch die moderne Informations- und Kommunikationstechnologie oft rasch weltweit verfügbar ist. Das kann im günstigen Fall zu einer Wirtschaft führen, in der es zwar keine oder nur wenige forschungsintensive Unternehmen gibt, die sich an der Spitze der wissenschaftlich-technischen Entwicklung befinden. Gleichzeitig gibt es aber viele Unternehmen, die mit der (internationalen) Entwicklung von Produkt- und Prozessinnovationen sowie von Organisationsinnovationen in der jeweiligen Branche gut mithalten oder ihr sogar vorausziehen können. Eine vollständige Entwicklung der wissensbasierten Volkswirtschaft besteht in einer breiten und intensiven Durchdringung der Wirtschaft mit Wissen. Das Resultat ist eine

Wirtschaft, die einerseits einen beträchtlichen Bestand an forschungsintensiven Unternehmen hat, die Weltspitze sind. Andererseits können die meisten der übrigen Unternehmen an der Spitze der (internationalen) Entwicklung von Produkt-, Prozess- sowie Organisationsinnovationen in der jeweiligen Branche mithalten.

Diese unterschiedlichen Entwicklungspfade sind keineswegs bloß theoretische Konstrukte, sondern lassen sich in Ansätzen auch empirisch beobachten. Eine Entwicklung der wissensbasierten Volkswirtschaft über Tempo und Breite der Wissensproduktion an der Spitze zeichnet sich insbesondere in den USA und Großbritannien ab, während in Dänemark eher eine Entwicklung über Tempo und Breite der Diffusion und Nutzung von Wissen feststellbar ist. Auf dem Weg zu einer vollständigen Entwicklung der wissensbasierten Volkswirtschaft dürften Finnland und die Schweiz sein. Die unterschiedlichen Wege der Entwicklung einer wissensbasierten Volkswirtschaft in diesen und anderen Ländern sind weniger das Resultat gezielter Strategien zur Entwicklung der wissensbasierten Volkswirtschaft, sondern eher das Ergebnis des Zusammenspiels von unterschiedlichen Strategien in der Wirtschafts-, der Bildungs-, der Forschungs- und der Arbeitsmarktpolitik und anderen Politikbereichen sowie von unterschiedlichen wirtschaftlichen Gegebenheiten. (vgl. Lundvall/ Johnson 1994; Dore/ Lazonick/ O'Sullivan 1999; Lundvall/ Maskell 2000; Hall/ Soskice 2001; Lam 2002; Heidenreich 2004; Wood 2006).

Die weiter oben dargestellten unterschiedlichen Auffassungen über die Entwicklung von Arbeit und Beschäftigung in der wissensbasierten Volkswirtschaft sollen im Folgenden näher betrachtet werden. Eine eng definierte Wissensarbeit und polarisierte Beschäftigungsstrukturen sind vor allem dann zu erwarten, wenn die Entwicklung der wissensbasierten Volkswirtschaft vor allem über die Wissensproduktion an der Spitze läuft. In der sich dann herausbildenden industriellen Struktur wird es einen hohen Bedarf an akademisch qualifizierten Arbeitskräften und auch einen Bedarf an wenig qualifizierten Servicekräften, aber kaum einen Bedarf an qualifizierten Facharbeitskräften ohne akademische Ausbildung geben. Es werden sich also wahrscheinlich stark polarisierte Beschäftigungsstrukturen herausbilden. Wenn die Entwicklung der wissensbasierten Volkswirtschaft dagegen stark durch die breite Diffusion und Nutzung von Wissen bestimmt wird, ist mit einem hohen Bedarf auch an qualifizierten Facharbeitskräften ohne akademische Ausbildung zu rechnen. Wissensarbeit wird dann viel breiter definiert und insbesondere auch implizites und soziales Wissen einbeziehen (Lehner 2004, 2005).

Ich will das hier nicht weiter ausführen, sondern lediglich festhalten, dass es erstens unterschiedliche Entwicklungspfade der wissensbasierten Volkswirtschaft gibt und dass diese, zweitens, mit unterschiedlichen Konsequenzen für Arbeit und Beschäftigung und damit auch für die gesellschaftliche Wohlstandsentwicklung verbunden sind. Das gilt auch für die ökologische Seite: Unterschiedliche Entwicklungspfade der wissensbasierten Volkswirtschaft führen zu unterschiedlichen Entwicklungen bezogen auf den Ressourcenverbrauch und die Ressourceneffizienz.

Ressourceneffizienz, Innovation und Diffusion

Ich habe in der Einleitung zu diesem Beitrag ökologische Industriepolitik Schmidt-Bleek (1994, 1998) folgend über die Ressourcenproduktivität (Effizienzsteigerungen) definiert. Ressourcenproduktivität ist eine einfache strategische Stellschraube für die meisten Umweltprobleme. Über die Steigerung der Ressourcenproduktivität lassen sich Belastungen, Abfälle und Eingriffe in die Natur reduzieren. Betrieblich lässt sich Ressourcenproduktivität auf vorhandene Produktivitätskonzepte aufsatteln. Ressourcenproduktivität ist eine wirtschaftlich attraktive Stellschraube, weil sich Umweltprobleme prinzipiell ohne

Wohstandsverluste lösen lassen. Sie bietet Unternehmen und Volkswirtschaften Möglichkeiten, auf wachsende Ressourcenkosten so zu reagieren, dass ihre Wettbewerbsfähigkeit zunimmt (Bleischwitz 1998).

Schmidt-Bleek (1994) hat mit seinem Faktor-10-Konzept ein anspruchsvolles Ziel für die Ressourcenproduktivität gesetzt. Er fordert, dass die Wirtschaft innerhalb weniger Jahrzehnte ihren Ressourcenverbrauch um den Faktor 10, also auf einen Zehntel, reduzieren solle. Dieses Ziel erschien als so radikal, dass von Weizsäcker und andere es auf den Faktor 4 reduzierten (Weizsäcker/ Lovins/ Lovins 1995). Dahinter stand das scheinbar wirtschaftlich plausible Argument, dass das, was schon gut machbar sei, sich wirtschaftlich besser durchsetzen lasse als Schmidt-Bleeks anspruchsvolles Faktor-10-Ziel. Dieses Argument übersieht jedoch, dass es für Unternehmen bei moderaten Ressourcenpreisen wenig Wettbewerbsvorteile bringt, wenn sie Maßnahmen zur Steigerung der Ressourcenproduktivität umsetzen, die für die meisten Wettbewerber ebenso gut verfügbar sind, während gleichzeitig eine Umstellung mit erheblichen Kosten verbunden ist. Deshalb wurden viele verfügbare Lösungen nur dann wirtschaftlich genutzt, wenn es dafür staatliche Anreize in Form von Vorschriften oder Subventionen gab. Das Faktor-10-Ziel hat dagegen den Vorteil, dass seine Realisierung Innovationen erfordert, die zwar mit Kosten verbunden sind, aber eben auch Schumpeter'sche Wettbewerbsvorteile verschaffen (Lehner 1997; Lehner/ Schmidt-Bleek 1999).

Allerdings hat es die ökologische Industriepolitik nicht nur mit Innovationsproblemen, sondern vor allem mit Diffusionsproblemen zu tun. Vor dem Hintergrund wachsender Ressourcenknappheit und steigender Ressourcenpreise kann man sogar diskutieren, ob die ökologische Industriepolitik überhaupt mit Innovationsproblemen oder nicht nur mit Diffusionsproblemen zu tun hat. Große ökologische Effizienzsteigerungen sind zwar oft nur mit viel und auch weit reichender Innovation möglich und wirtschaftlich erfolgreich. Innovationen schaffen jedoch volkswirtschaftlich allein noch wenig Ressourcenproduktivität. Erst ihre breite Diffusion steigert die volkswirtschaftliche Ressourcenproduktivität erheblich. Letztlich ist für die Ressourceneffizienz einer Volkswirtschaft nicht das innovative Spitzengeschäft maßgeblich, sondern das breite Alltagsgeschäft.

Das breite Alltagsgeschäft wird größtenteils von Unternehmen bewerkstelligt, die keine innovative Spitzentechnologie entwickeln oder radikale Innovationen durchführen, die aber bezogen auf die Ressourcenproduktivität oft eine Schlüsselposition einnehmen, wie etwa Handwerksbetriebe, die Privathäuser sanieren oder ausbauen, oder Zulieferer, die faktisch einen großen Teil der industriellen Produktionsleistung erbringen. Deshalb kommt es nicht nur auf weitreichende Innovation und Spitzentechnologie an, also auf das Entwickeln neuer Lösungen zur Senkung des Ressourcenverbrauchs. Entscheidend ist vielmehr, dass neue Lösungen auch rasch und möglichst breit in Wirtschaft und Gesellschaft umgesetzt werden. Wirksame ökologische Effizienzsteigerungen erfordern Innovationen *und* deren rasche und breite Diffusion. Das Faktor-10-Ziel darf nicht eine Sache weniger „Topunternehmen“ sein, sondern es muss überall in der Wirtschaft umgesetzt werden.

Die notwendigen Innovationen werden jedoch angesichts knapper und teurer werdenden Ressourcen oft schon vom Markt angetrieben und bedürfen keiner industriepolitischen Förderung. Ganz anders verhält es sich dagegen mit der breiten Diffusion. Zwar fördern die Marktkräfte wegen knapper und teurer werdenden Ressourcen prinzipiell auch die Diffusion neuer Lösungen und nicht nur die entsprechende Innovation selbst. Aber die Marktkräfte stoßen dabei oft auf Unternehmen und wirtschaftliche Bereiche, die nicht oder nur teilweise über die Fähigkeiten und Möglichkeiten verfügen, auf diese Kräfte angemessen zu reagieren und Innovationen rasch zu übernehmen oder zu adaptieren. Innovation ist primär eine Sache eines kleinen Teils der Volkswirtschaft, den Helmstädter (1996) zutreffend als die

Vorauswirtschaft bezeichnet hat. Gemeint ist damit der Teil der Volkswirtschaft, der innovationsaktiv ist und dem großen Rest der Volkswirtschaft weit voraus eilt. Diffusion aber ist eine Sache des großen „Rests“, dessen Möglichkeiten, Innovationen anderer aufzunehmen oder selbst aktiv zu innovieren auf eine Reihe von Problemen und Restriktionen stoßen. Zu diesem großen „Rest“ gehören insbesondere auch viele kleine und mittlere Unternehmen.

Wie das Mittelstandspanel der KfW-Gruppe (KfW 2007) zeigt, ist zwischen 2002 und 2006 bei den kleinen und mittleren Unternehmen der Anteil der innovierenden Unternehmen von 38 % auf 43 % gestiegen, aber der weit überwiegende Teil dieser Unternehmen beschränkt sich dabei auf Produktimitationen. Der Anteil der originären Produktinnovationen ist sogar von 8% auf 7% leicht gesunken. Nur 21% der Produktinnovatoren haben Marktneuheiten eingeführt. Der Anteil von Unternehmen mit Prozessinnovationen ist lediglich um 2 Prozentpunkte auf 20 % gestiegen, während der Anteil derjenigen mit Produktinnovationen um 6 Prozentpunkte auf 37 % zugenommen hat. Während die Innovationsaktivitäten zugenommen haben, hat sich die Forschungs- und Entwicklungsintensität kaum verändert. Nur etwa 10 % aller kleinen und mittleren Unternehmen weisen eine hohe Forschungs- und Entwicklungsintensität auf. Weitere 9% führen kontinuierlich Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten durch. Insgesamt führen weniger als 20% der kleinen und mittleren Unternehmen regelmäßig Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten durch. Man kann festhalten, dass nur etwa ein Fünftel aller kleinen und mittleren Unternehmen auf der Basis eigener Forschung und Entwicklung innovationsaktiv ist und der Vorauswirtschaft zugerechnet werden kann, während eine etwas größere Zahl Innovationen aus der Vorauswirtschaft aufnimmt und in eigene neue Produkte umsetzt.

Ich will diese Argumentation hier nicht radikalieren, aber doch deutlich machen, dass die einseitige Orientierung ökologischer Industriepolitik an Innovationen industriepolitisch wie ökologisch schlecht begründet und auch nicht sehr Erfolg versprechend ist. Das gilt industriepolitisch umso mehr, als die an Innovationen orientierte Industriepolitik nicht Innovationen, sondern lediglich neue technologische Lösungen fördert. Diese neuen technischen Lösungen, die in Deutschland durch die ökologische Industriepolitik gefördert werden, können durchaus statt in Deutschland auch in anderen Ländern zuerst als Innovationen auf den Markt kommen oder in anderen Ländern schneller und breiter diffundieren. Das kann zur Folge haben, dass die ökologische Industriepolitik zwar ökologisch sinnvolle neue Lösungen unterstützt, dadurch aber keine Wettbewerbsvorteile, sondern indirekt Wettbewerbsnachteile für die deutsche Industrie hervorbringt.

Das heißt ganz einfach, dass eine wirtschaftlich wie ökologisch sinnvolle ökologische Industriepolitik mindestens ebenso stark auf Diffusion wie auf Innovation ausgerichtet sein muss. Dazu muss man auch kleine und mittlere Unternehmen systematisch in eine ökologische Industriepolitik einbeziehen – und zwar nicht nur die vielen innovationsaktiven kleinen und mittleren Unternehmen, sondern auch die viel größere Zahl derjenigen, die bisher nicht innovationsaktiv sind.

Während man Innovationen oder genauer gesagt, die Entwicklung neuer technischer Lösungen, mit guten Erfolgsaussichten durch finanzielle Unterstützung fördern kann, ist rasche und breite Diffusion viel weniger eine Frage von Geld als eine Frage der Organisation und Vernetzung. Zwar bildet die Finanzierung gerade für mittelständische Unternehmen ein wichtiges Innovationshemmnis, aber dahinter stehen oft Schwierigkeiten, Produktideen hinreichend zu konkretisieren, ihre technische Machbarkeit und ihre wirtschaftlichen Aussichten hinreichend zu belegen und zu dokumentieren sowie fehlende strategische Orientierungen. Das wiederum ist oft das Resultat unzureichender personeller Kapazitäten, die übrigens auch die Beteiligung von kleinen und mittleren Unternehmen an staatlichen oder

europäischen Forschungs- und Entwicklungsprogrammen hemmt. Ein weiterer Grund liegt in einer starken Bindung durch das Tagesgeschäft. Unzureichende personelle Kapazitäten und starke Bindung durch das Tagesgeschäft schaffen in vielen Fällen auch massive Probleme des Zugangs zu und der Verarbeitung von Wissen sowie des betrieblichen Wissensmanagements. Schließlich sind für viele kleine und mittlere Unternehmen oft die Erträge aus Innovationen, vor allem aus Prozessinnovationen, schwer bestimmbar oder moderat, und die Kosten für Innovationen schlecht kalkulierbar (vgl. KfW 2007; Meyer 2001; Roper 1997; Schwartz 2003; Spielkamp/ Rammer 2006).

Vor diesem Hintergrund muss jede Industriepolitik, auch ökologische Industriepolitik, die auf kleine und mittlere Unternehmen abzielt, diese Unternehmen systematisch in Wissensnetze und institutionelle Strukturen einbinden, in deren Rahmen Innovationsprojekte mit überschaubaren Kosten konzipiert und durchgeführt werden können. Diese Einsicht wird auch durch die neuere Forschung über die Zusammenhänge der Lern- und Innovationsfähigkeit von Unternehmen und ihrer räumlichen Einbindung gestützt. Diese Forschung zeigt vor allem für kleine und mittlere Unternehmen, dass das Ausmaß der Einbindung von Unternehmen in ihr räumliches Umfeld („embeddedness“) ihre Lern- und Innovationsfähigkeit beeinflusst. Eine gute Einbindung in das räumliche Umfeld begünstigt die Lern- und Innovationsfähigkeit von Unternehmen, eine schwache Einbindung hemmt sie. Mit „Embeddedness“ ist nicht notwendigerweise ein Netz vom Typus des „Clusters“ gemeint. Auch Netze, die sich nicht auf eine bestimmte Wertschöpfungskette oder Branche beziehen oder die nicht mit dem Anspruch verbunden sind, international Spitze zu sein, gehören dazu (Cooke/ Morgan 1998; Asheim 1999; Feldmann 1999; Perry 1999; Amin/ Cohendet 2000; Maskell 2000; Maurice/ Sorge 2000; Love/ Ropers 2001; Howells 2002; Sing 2005).

Die eben angesprochenen Sachverhalte eröffnen für die ökologische Industriepolitik Möglichkeiten, auch den räumlichen Wettbewerb für ihre Ziele zu nutzen. Sie kann lokal und regional Netze oder „Milieus“ fördern, die den kleinen und mittleren Unternehmen helfen, technische und organisatorische Lösungen für eine höhere Ressourcenproduktivität rascher aufzunehmen und in wettbewerbsfähige Produkte umzusetzen. Damit können kleinräumige „Modelle“ für eine effizientere Wirtschaft geschaffen werden, die über den Wettbewerb zwischen Regionen diffundieren. Das kann auch die Schaffung lokaler oder regionaler Leitmärkte für ökoeffizientere Verfahren und Produkte beinhalten, so wie das in den 1970er Jahren im Ruhrgebiet gemacht wurde (vgl. Nordhause-Janzen 1995).

Die institutionelle Lösung: Inklusive Wissensnetze und innovative Milieus

Das Ergebnis der bisher vorgetragenen Argumentation lässt sich in zwei Sätzen formulieren. Erstens muss die ökologische Industriepolitik, um die Ressourceneffizienz der Volkswirtschaft massiv zu steigern und die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie auszubauen, sowohl auf Spitzenforschung und weitreichende Innovation, als auch auf rasche und breite Diffusion setzen. Zweitens erfordert dies eine breite Einbeziehung der Wirtschaft, insbesondere auch der kleinen und mittleren Unternehmen, in das (ökologische) Innovationsgeschehen. Der eigentliche Knackpunkt ist dabei die Entwicklung von institutionellen Strukturen, welche für eine Einbindung möglichst vieler kleiner und mittlerer Unternehmen in den Wissensfluss von und zu den Hochschulen sowie für einen raschen und effektiven Wissenstransfer sorgen. Das sind ganz andere Strukturen, als die des Wissenstransfers zwischen Hochschulen und anderen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen einerseits und großen Unternehmen andererseits.

Kontinuierlicher und regelmäßiger Wissenstransfer zu kleinen und mittleren Unternehmen hat sich, wenn man von forschungs- und entwicklungsaktiven Unternehmen absieht, immer

wieder als schwierig erwiesen. Auf der einen Seite erfordert Wissenstransfer von vielen kleinen und mittleren Unternehmen besondere Leistungen – Wissenstransfer heißt gerade bei kleinen und mittleren Unternehmen nicht bloß die (rasche) Vermittlung von Wissen, sondern auch die Unterstützung bei der Bewertung, Anwendung und Vermarktung dieses Wissens sowie bei der Organisation und Finanzierung von Forschung und Entwicklung sowie von Innovationsaktivitäten. Auf der anderen Seite muss Wissenstransfer auf kleine und mittlere Unternehmen und deren spezifische Bedingungen zugeschnitten werden. Er muss die engen personellen Kapazitäten, die beschränkten finanziellen Möglichkeiten und die kurzfristige Operationsweise, aber auch das Erfahrungswissen vieler kleiner und mittlerer Unternehmen berücksichtigen.

Das bedeutet insbesondere, dass Wissenstransfer eng mit dem Alltagsgeschäft der kleinen und mittleren Unternehmen verbunden sein und von diesen überwiegend aus dem Alltagsgeschäft heraus genutzt werden können muss. Aktivitäten, die nicht aus dem Alltagsgeschäft heraus durchgeführt werden können, müssen in Projekte eingebunden werden, die für kleine und mittlere Unternehmen finanziell machbar sind. Wichtig ist, dass dabei auch eine Verknüpfung des impliziten Wissens der Unternehmen, insbesondere des Know-how und des Kundenwissens, mit dem expliziten Wissen von Hochschulen und anderen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen unterstützt wird. Zudem sollte die Vermittlung strategischer Orientierungen Teil des Wissenstransfers sein. Das sind zwar hohe Ansprüche, die aber, wie wir noch sehen werden, oft mit recht einfachen Mitteln erfüllt werden können.

Ein besonderes Transferproblem vieler kleiner und mittlerer Unternehmen ist der Wissenstransfer über die Einstellung von Hochschulabsolventinnen und -absolventen. Das war schon in der Vergangenheit ein Problem und wird in Anbetracht einer wachsenden Knappheit von qualifiziertem Personal noch schwieriger. Deshalb ist es wünschenswert, dass die institutionellen Strukturen des Wissenstransfers zu kleinen und mittleren Unternehmen so beschaffen sind, dass sie die Unternehmen bei der Aus- und Weiterbildung ihres Personals unterstützen und die Möglichkeiten von kleinen und mittleren Unternehmen, qualifiziertes Personal zu beschaffen, nachhaltig verbessern. Auch das sind Ansprüche, die oft mit recht einfachen Mitteln erfüllt werden können.

An einigen Hochschulen gibt es schon seit einiger Zeit Entwicklungs- und Beratungsunternehmen, die von Studierenden mit Unterstützung von Hochschullehrerinnen und -lehrern betrieben werden. Solche Unternehmen können vielen kleinen und mittleren Unternehmen zu vernünftigen Kosten bei Produkt- und Prozessinnovationen beraten und begleiten. Das gilt vor allem dann, wenn diese Unternehmen interdisziplinär zusammengesetzt sind. In aller Regel sind bei solchen Firmen die Barrieren zwischen Hochschulen und kleinen und mittleren Unternehmen niedriger, als bei direkten Interaktionen mit Hochschullehrerinnen und -lehrern. Das lässt sich auch in der Weiterbildung nutzen. Die Zusammenarbeit mit Studierendenfirmen bietet zudem kleinen und mittleren Unternehmen Möglichkeiten, frühzeitig mit Studierenden in Kontakt zu treten und sie für sich zu interessieren. Für die Hochschulen sind solche Firmen ein interessantes Vehikel für eine praxisbezogene Ausbildung, für die Entwicklung von Schlüsselqualifikationen und die Förderung von Existenzgründungen.

Studierendenfirmen sind, wenn es um Diffusion neuen Wissens geht, breit einsetzbar. Sie können beispielsweise Handwerksbetriebe im Baugewerbe beim Angebot von Leistungen zur Verbesserung der Energieeffizienz oder Unternehmen im Maschinenbau beim Einsatz neuer Werkstoffe beraten und unterstützen. Ebenso können sie viele Unternehmen bei der Entwicklung von Strategien zur Erhöhung der Ressourcenproduktivität beraten und bei der Umsetzung begleiten. Über solche Leistungen lässt sich viel Wissen rasch und breit vor

allem auch in die kleine und mittlere Unternehmen bringen, die weder erhebliche eigene Innovationskapazitäten haben noch über reichliche finanzielle Mittel, sich diese als Dienstleistungen einzukaufen.

Studierendenfirmen stoßen selbstverständlich auf Grenzen ihres Wissens und ihrer Kompetenz, wenn Probleme und Wissen komplexer werden. Innerhalb ihrer Grenzen können sie aber beträchtliche Transferleistungen erbringen. Sie können insbesondere einen großen Teil des bereits verfügbaren Wissen, das Weizsäcker, Lovins und Lovins (1995) zufolge bereits eine Verringerung des Ressourcenverbrauchs um einen Faktor 4 erbringen kann, rasch und breit diffundieren. Da, wo diese Firmen auf ihre Grenzen stoßen, können andere Formen von hochschulnahen Dienstleistungsunternehmen Erfolg versprechend weiter machen, insbesondere „Professorenfirmen“ und An-Institute. Solche Einrichtungen werden industriepolitisch viel zu wenig genutzt, obwohl sie gegenüber den etablierten Transferstellen der Hochschulen den großen Vorteil hoher fachlicher Kompetenz (in ihrem jeweiligen Arbeitsbereich) haben und sich wirtschaftlich selbst tragen.

Die beiden Beispiele für institutionelle Lösungen für den Wissenstransfer zu kleinen und mittleren Unternehmen sollen auch zeigen, dass es keineswegs um die Schaffung neuer „betonierter“ Organisationen, z.B. neuen öffentlich finanzierten Technologie- und Transferzentren, sondern um die Nutzung, die Ergänzung und die Vernetzung bestehender Strukturen geht. In den meisten für eine ökologische Industriepolitik relevanten Regionen dieser Republik gibt es vernetzungsfähige Einrichtungen und ausbaufähige Netzwerke. Was in der Regel fehlt, ist ein leistungsfähiges Netzwerkmanagement, das die bestehenden Einrichtungen effektiv, effizient und flexibel vernetzt und sie mit zusätzlichen Dienstleistungsangeboten verknüpft. Leistungsfähiges Netzwerkmanagement muss insbesondere die Organisation von Projekten, Qualifikationsprogrammen und leistungsfähigen Schnittstellen zu Kunden und Märkten leisten können. Dazu muss man nicht alle Räder neu erfinden. Es gibt viele interessante Beispiele bester Praxis, wie das Dortmund-Projekt oder der Wettbewerb Bioregionen in Deutschland, die Technopole und Cluster-Initiativen in Österreich, die Minicluster in Finnland, das Clustermanagement in Bern oder die Aktivitäten des japanischen MITI in den 1970er und 1980er Jahren (Grote-Westrick et al. 2005; Rehfeld 2007).

Die Nutzung, Ergänzung und bessere Vernetzung bestehender Strukturen und der Rückgriff auf bewährte Lösungen und beste Praxis ist für den Erfolg ökologischer Industriepolitik wichtig. Der Aufbau neuer Strukturen des Wissenstransfer ist nicht nur viel kostspieliger, sondern es dauert oft auch lange, bis die entsprechenden Einrichtungen die Kompetenz, das Wissen, die Erfahrung und das Vertrauen erworben haben, das für einen leistungsfähigen Wissenstransfer für kleine und mittlere Unternehmen notwendig ist.

Literatur

- Alvesson, Mats, 2000: Social Identity and the Problem of Loyalty in Knowledge-intensive Companies *Journal of Management Studies*, 32 (8), 1101-1123.
- Amin, Ash/ Cohendet, Patrick, 2000: Organizational learning and governance through embedded practices. *Journal of Management and Governance* (4), 93-116.
- American Competitiveness Policy Council, 1993: A Competitiveness Strategy for America. Second Report to the President and Congress. Washington: U.S. Government Printing Office.
- Appelbaum, Eileen/ Bailey, Thomas/ Kalleberg, Arne L./ Berg, Peter, 2000: Manufacturing Advantage. Why High-Performance Work Systems Pay Off. Ithaca: Cornell University Press.

- Aranowitz, Stanley/ DiFazio, William, 1994: The Jobless Future. Sci-tech and the Dogma of Work. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Argote, Linda/ McEvily, William/ Reagans, Ray, 2003: Managing Knowledge in Organizations. An Integrative Framework and Review of Emerging Themes. *Management Science* 49 (4), 571-582.
- Asheim, Geir B., 1999: Interactive learning and localised knowledge in globalising learning economies. *GeoJournal* (49), 345-351.
- Baethge, Martin, 2004: Ordnung der Arbeit – Ordnung des Wissens. Wandel und Widersprüche im betrieblichen Umgang mit Humanressourcen. SOFI-Mitteilungen (32). Göttingen: Soziologisches Forschungsinstitut.
- Bleischwitz, Raimund, 1998: Ressourcenproduktivität. Innovation für Umwelt und Beschäftigung. Berlin-Heidelberg: Springer.
- Carnevale, Anthony P./ Desrochers, Donna M., 2002: The Missing Middle. Alligning Education and the Knowledge Economy. Washington: U.S. Depratement of Education, Office of Vocational and Adult Education.
- Cavusgil, S. Tamer/ Calatone, Roger/ Zhao, Yushan, 2003: Tacit Knowledge Transfer and Firm Innovation Capability. *Journal of Business & Industrial Marketing* 18 (1), 6-21.
- Cooke, Philip/ Morgan, Kevin, 1998: The Associational Economy: Firms, Regions, and Innovation. Oxford: Blackwell.
- Cortada, James W., 1998: Where Did Knowledge Workers Come From. In: Cortada, James W. (Hrsg.): Rise of the Knowledge Worker. Boston-Oxford: Butterworth-Heinemann, 3-23.
- Dore, Ronald/ Lazonick, William/ O'Sullivan, Mary, 1999: Varieties of capitalism in the twentieth century. *Oxford Review of Economic Policy* (15), 102-120.
- Drucker, Peter F., 1989: From Capitalism to the Knowlede Society. In: Neef, Dale (Hrsg.): The Knowledge Economy. Boston-Oxford: Butterworth-Heinemann, 15-35.
- Drucker, Peter F., 1994: The Age of Social Transformation. *Atlantic Monthly* (274), 53-80.
- Dunlop, Yvonne/ Sheehan, Peter, 1998: Technology, Skills and the Changing Nature of Work. In: Sheehan, Peter/ Tegart, Greg (Hrsg.): Working for the Future. Technology and Emplment in the Global Knowledge Economy. Melbourne: Victoria University Press.
- Feldmann, Maryann P., 1999: The new economics of innovation spillovers and agglomeration. A review of empirical studies. *Economics of Innovation and New Technology* (8), 5-26.
- Grote-Westrick, Dagmar/ Muth, Josef/ Rehfeld, Dieter, 2005: Clustermanagement im europäischen Vergleich. In: Institut Arbeit und Technik: Jahrbuch 2005. Gelsenkirchen, Institut Arbeit und Technik.
- Hall, Peter A./ Soskice, David, 2001: Varieties of Capitalism. Oxford: Oxford University Press.
- Heidenreich, Martin, 2002: Merkmale der Wissensgesellschaft. In: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung u.a. (Hrsg.): Lernen in der Wissensgesellschaft. Innsbruck u.a.: Studienverlag.

- Heidenreich, Martin, 2004: Knowledge-based Work. An International Comparison, *Management International*, 8 (3), 65-80.
- Howells, Jeremy R. L., 2002: Tacit knowledge, innovation and economic geography. *Urban Studies* 39 (5-6), 871-884.
- Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), 2007: KfW-Mittelstandspanel 2007. Mittelstand im Konjunkturhoch – Defizite bei Innovationen. Frankfurt am Main: KfW.
- Helmstädter, Ernst, 1996: Perspektiven der sozialen Marktwirtschaft. Münster: Lit.
- Lam, Alice, 2002: Alternative Societal Models of Learning and Innovation in the Knowledge Economy. *International Social Science Journal* (171), 67-82.
- Lehner, Franz, 1997: Die ökologische Innovationslücke. In Schmidt-Bleek, Friedrich/ Merten, Thomas/ Tischner, Ursula, (Hrsg.): *Ökointelligentes Produzieren und Konsumieren*. Berlin-Basel-Boston: Birkhäuser.
- Lehner, Franz, 2004: Technik und Arbeit in der wissensbasierten Volkswirtschaft. Eine theoretische Skizze zum Strukturwandel der Wirtschaft. In: Rasch, Manfred/ Bleidick, Dietmar (Hrsg.), 2004: *Technikgeschichte im Ruhrgebiet – Technikgeschichte für das Ruhrgebiet*. Essen: Klartext.
- Lehner, Franz, 2005: Die Zukunft der Arbeit. In: *WISO. Wirtschafts- und sozialpolitische Zeitschrift des Instituts für Sozial- und Wirtschaftswissenschaften* 28 (3), 64-83.
- Lehner, Franz, 2006: Wissensnetze und Wissensmanagement im Strukturwandel, in: Blecker, Thorsten/ Gmünden, Hans-Georg (Hrsg.), 2006: *Wertschöpfungsnetzwerke*. Festschrift für Bernd Kaluza. Berlin: Schmidt.
- Lehner, Franz/ Schmidt-Bleek, Friedrich, 1999: Die Wachstumsmaschine. Der ökonomische Charme der Ökologie. München: Droemer.
- Love, James H./ Roper, Stephen, 2001: Networking and Innovation Success: A Comparison of UK, German and Irish Companies. *Research Policy* (30), 643-661.
- Lundvall, Bengt Å./ Johnson, Björn, 1994: The Learning Economy. *Journal of Industry Studies* (1), 23-42.
- Lundvall, Bengt Å./ Maskell, Peter, 2000: Nation states and economic development. From national systems of production to national systems of knowledge creation and learning. In: Clark, Gordon L./ Feldman, Maryann P./ Gertler, Meric S., (Hrsg.): *The Oxford Handbook of Economic Geography*. Oxford: Oxford University Press, 353-372.
- Maskell, Peter, 2000: Social Capital, Innovation and Competitiveness. In Baron, Stephen/ Field, John/ Schuller, Tom, (Hrsg.): *Social Capital. Critical Perspectives*. Oxford: Oxford University Press, 111-123.
- Maurice, Marc/ Sorge, Arndt (Hrsg.), 2000: *Embedding Organizations. Societal Analysis of Actors, Organizations and Socio-Economic Context*. Amsterdam: Benjamins.
- May, Tam Y.-M./ Korczynski, Marek/ Frenkel, Stephen J., 2002: Organizational and Occupational Commitment. Knowledge Workers in Large Corporations. *Journal of Management Studies* 39 (6), 775-801.
- Meyer, Jörn-Axel, (Hrsg.), 2001: *Innovationsmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen*. München: Franz Vahlen.
- Nordhause-Janzen, Jürgen, 1995: *Umweltschutz "Made in NRW". Eine empirische Untersuchung der Umweltschutzwirtschaft in Nordrhein-Westfalen*. München: Hampp.

- OECD, 1996: *The Knowledge-based Economy*. Paris: OECD
- Perry, Martin, 1999: *Small Firms and Network Economies*. London: Routledge.
- Picot, Arnold/ Fiedler, Marina, 2000: Der ökonomische Wert des Wissens. In Boos, Monica/ Goldschmitt, Nils (Hrsg.), *WissensWert!? Ökonomische Perspektiven der Wissensgesellschaft*. Baden-Baden: Nomos.
- Reich, Robert B., 1991: *The Work of Nations*. New York: Alfred A. Knopf.
- Rehfeld, Dieter, 2007: Innovative Cluster - Zufall oder Ergebnis gezielter regionaler Entwicklungspolitik? In: Pohle, Hans (Hrsg.): *Netzwerke und Cluster. Neue Chancen für Regionen*. Rostock: Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Fakultät der Universität.
- Roper, Stephen, 1997: Product innovation and small business growth. A comparison of the strategies of UK, German and Irish companies. *Small Business Economics* (9), 523-537.
- Schmidt-Bleek, Friedrich, 1994: *Wie viel Umwelt braucht der Mensch? MIPS – Das Maß für ökologisches Wirtschaften*. Basel-Boston-Berlin: Birkhäuser.
- Schmidt-Bleek, Friedrich, 1998: *Das MIPS-Konzept. Weniger Naturverbrauch – mehr Lebensqualität durch Faktor 10*. München: Droemer.
- Schwarz, Erich J. (Hrsg.), 2003: *Technologieorientiertes Innovationsmanagement. Strategien für kleine und mittelständische Unternehmen*. Wiesbaden: Gabler.
- Sing, Jasjit, 2005: Collaborative networks as determinants of knowledge diffusion patterns. *Management Science* 51(5), 756-770.
- Spielkamp, Alfred/ Rammer, Christian, 2006: *Balanceakt Innovation. Erfolgsfaktoren im Innovationsmanagement kleiner und mittlerer Unternehmen*. Mannheim: ZEW.
- Spitz-Oener, Alexandra, 2006: Technical Change, Job Tasks, and Rising Educational Demands. Looking outside the Wage Structure. *Journal of Labour Economics*, 24 (2) 235-270.
- Weizsäcker, Ernst U.v./ Lovins, Amory B./ Lovins, L. Hunter, 1995: *Faktor Vier. Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch*. München: DroemerKnaur.
- Wood, Geoffrey/ James, Phil, 2006: *Institutions, Production and Working Life*. Oxford: Oxford University Press.
- World Commission on Environment and Development (WCED), 1987: *Our Common Future*. New York: United Nations.

AUTORENVERZEICHNIS

Alfred Endres ist Professor für Volkswirtschaftslehre, insbesondere Wirtschaftstheorie an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft der FernUniversität in Hagen sowie ständiger Gastprofessor für "Integrative Umweltökonomik" an der privaten Universität Witten/Herdecke. Seine aktuellen Forschungsschwerpunkte sind unter anderem die Ökonomie Nachhaltiger Entwicklung, die Ökonomie von Umweltregulierung und der Einfluss von Institutionen in der globalen Umweltpolitik. Endres war und ist Mitglied zahlreicher Gremien und Kommissionen. Beispielsweise ist er seit 2002 im Wissenschaftlichen Beirat des Schweizerischen Kompetenzzentrums für Klimaveränderungen.

Kontakt: alfred.endres@fernuni-hagen.de

Peter Franz leitet das Referat "Umwelt und Wirtschaft, Innovation und Beschäftigung, Umwelt-Audit" am Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Kontakt: Peter.Franz@bmu.bund.de

Michael von Hauff ist Inhaber des Lehrstuhls Volkswirtschaftslehre (Wirtschaftspolitik und Internationale Wirtschaftsbeziehungen) an der Technischen Universität Kaiserslautern. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Entwicklungsökonomie, Umweltökonomie, Nachhaltige Entwicklung und internationale Wirtschaftsbeziehungen. 1995 war er Gastprofessor an der University of Delhi. 2003 hielt er Gasvorlesungen an der Nanyang Technological University in Singapur. Seit 2006 hält er jährlich Gastvorlesungen am Institute of Economics Yangon/Myanmar. Er ist Mitglied in wissenschaftlichen Beiräten verschiedener internationaler Journals und Mitglied in verschiedenen nationalen und internationalen Organisationen wie der European Academy of Sciences and Arts.

Kontakt: hauff@wiwi.uni-kl.de

Nadine Heitmann ist Mitarbeiterin im Forschungsbereich „Umwelt und natürliche Ressourcen“ des Instituts für Weltwirtschaft in Kiel (IFW) und Koordinatorin am Kiel Earth Institute. Ihre Forschungsschwerpunkte sind energie- und klimapolitische Instrumente.

Kontakt: nadine.heitmann@ifw-kiel.de

Jens Horbach ist Professor für Volkswirtschaftslehre an der Hochschule Anhalt (FH) in Bernburg. Von 2000 bis 2005 war Horbach Mitglied im wissenschaftlichen Beirat des Forschungsförderungsprogramms "Rahmenbedingungen für Innovationen zum nachhaltigen Wirtschaften" des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie Leiter der internationalen Arbeitsgruppe "Indicators for sustainable innovation". Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der quantitativen Analyse umweltökonomischer Fragestellungen. In der letzten Zeit hat er sich insbesondere mit den Determinanten von Innovationen im Umweltbereich unter Berücksichtigung unterschiedlicher umweltpolitischer Instrumente befasst.

Kontakt: horbach@wi.hs-anhalt.de

Klaus Jacob ist Forschungsleiter der Forschungsstelle für Umweltpolitik an der Freien Universität Berlin. Er arbeitet und publiziert zu Themen wie Innovations- und Markteffekte von Umweltpolitik, Modellierung umweltpolitischer Kapazitäten, Umweltpolitikintegration und Politikfolgenabschätzung in nationalen, europäischen und internationalen Projekten.

Kontakt: jacob@zedat.fu-berlin.de

Martin Jänicke war bis 2007 Professor für vergleichende Analyse am Otto-Suhr-Institut für Politikwissenschaft der Freien Universität Berlin und Leiter der Forschungsstelle für Umweltpolitik. In den Jahren 1974 bis 1976 war er Berater beim Planungsstab des Bundeskanzleramtes und von 1981 bis 1983 Mitglied des Abgeordnetenhauses von Berlin. von 1999 bis 2008 war Martin Jänicke Mitglied im Sachverständigenrat für Umweltfragen und von 2000 bis 2004 dessen stellvertretender Vorsitzender. Er ist Mitglied des Internationalen Beirats des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie und des Kuratoriums der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU). Martin Jänicke veröffentlichte zahlreiche Standardwerke der Umweltpolitikanalyse, welche in mehrere Sprachen übersetzt wurden.

Kontakt: hauptman@zedat.fu-berlin.de

Gernot Klepper ist Mitarbeiter am Institut für Weltwirtschaft der Universität Kiel (IFW) und zuständig für die Themen Umwelt, Klima und Ressourcen. Darüber hinaus ist er Sprecher des neu gegründeten Kiel Earth Institute. Seine gegenwärtigen Forschungsschwerpunkte sind Klimawandel und Klimapolitik, umweltpolitische Instrumente, Nachhaltige Entwicklung, alternative Energiequellen und globale Umweltprobleme.

Kontakt: gernot.klepper@ifw-kiel.de

Franz Lehner ist seit 2007 Professor für angewandte Sozialwissenschaft an der Ruhr-Universität Bochum und Direktor des Instituts Arbeit und Technik in Gelsenkirchen, welches als wissenschaftliche Einrichtung der FH Gelsenkirchen in Kooperation mit der Ruhr-Universität betrieben wird. Von 1981 bis 2006 war er Professor für Politische Wissenschaft an der Ruhr-Universität Bochum, von 1990 bis 2006 Präsident des Instituts Arbeit und Technik im Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen. Franz Lehner forschte und forscht zu Themen des strukturellen Wandels moderner Industriegesellschaften, der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und Volkswirtschaften, der Arbeits- und Produktionsorganisation, der Bildungsorganisation und der politischen Ökonomie moderner demokratischer Gesellschaften.

Kontakt: lehner@iat.eu

Stefan Tidow arbeitet im Referat "Umwelt und Wirtschaft, Innovation und Beschäftigung, Umwelt-Audit" im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Er ist zurzeit beurlaubt und bei der Bundestagsfraktion von Bündnis 90/Die Grünen beschäftigt.

Kontakt: Stefan.Tidow@gruene-bundestag.de.