Ein Phasenmodell der Ökologisierung von Innovationssystemen am Beispiel Deutschlands

Vor einem strategischen Greening?

Wie kann unter den Bedingungen eines weltweiten Wettbewerbs von Unternehmen und Nationalstaaten eine Entwicklung in Richtung ökologischer Nachhaltigkeit eingeleitet werden? Umweltinnovationen werden hier häufig als ideale Lösung angesehen. Eine umfassende Analyse, die alle Implikationen des gewünschten Pfadwechsels zu erfassen erlaubt, sollte am Innovationssystem ansetzen. Die Potenziale werden am Fall Deutschland empirisch illustriert.

Von Jan Nill und Kurt Hübner er Umfang der aus inkrementellen Innovationen resultierenden ökologischen Entlastung ist umstritten. Pfadverändernde ökologisch bedeutsame Innovationen stoßen allerdings auf beträchtliche politische, soziale und ökonomische Hindernisse. Um Potenziale zu deren Überwindung auszuloten, ist es hilfreich, konzeptionell an der Rolle des Innovationssystems anzusetzen. Das Konzept nationaler Innovationssysteme (NIS) erfreut sich seit gut einem Jahrzehnt wachsender Beliebtheit (1). Mit Freeman lässt sich das NIS als ein Netzwerk von Institutionen im öffentlichen und privaten Sektor begreifen, dessen Aktivitäten neue Technologien initiieren, importieren, modifizieren oder verbreiten (2). Dabei ist insbesondere das Zusammenspiel des Wissensregimes, also den Akteuren, Organisationen und Regeln der Produktion von Wissen, mit dem Produktivitätsregime, also den Akteuren, Praktiken, Normen, Regeln und Gewohnheiten, die die Auswahl zwischen alternativen Technologien und die Nutzungsweisen von Techniken bestimmen, von Bedeutung (3).

Der hier vorgestellte Versuch, das NIS-Konzept auf die Analyse ökologisch relevanter Innovationen anzuwenden, betritt weit gehend Neuland. Hierzu ist die Analyse um die besonderen Aspekte von Umweltinnovationen zu ergänzen, zum Beispiel der Bedeutung von politischer Regulierung. Deshalb ist auf das Zusammenspiel von Umwelt- und Technologiepolitik sowie auf deren Verhältnis zu den anderen Akteuren des Innovationssystems besonderes Augenmerk zu legen.

► Drei Stufen des Greenings

Im Folgenden wird ein idealtypisches Dreistufenmodell eines Ökologisierungsprozesses von Innovationssystemen skizziert und empirisch am (west) deutschen Fall illustriert. Unterschieden werden können:

● Eine Stufe des "Add-on"-Greening, bei dem wesentliche Impulse von außerhalb des klassischen Innovationssystems kommen, insbesondere von staatlicher Umweltregulierung. Das allgemeine Innovationssystem bleibt hier eher passiv und wird — zum Teil gegen Widerstände — zunächst einmal in der Suche neuer Lösungen eingegrenzt bzw. auf

spezifische Lösungen festgelegt. Das Segment des Innovationssystems hingegen, in dem die entsprechenden End-of-Pipe-Innovationen entstehen, wird durch eine spezifische Interaktion des jeweiligen Wissens- und Produktivitätsregimes stabilisiert, etwa durch unterstützende FuE-Politik inklusive von Demonstrationsprojekten sowie die gesetzliche Garantie der Zwangsdiffusion ökologisch verträglicherer Lösungen.

- Eine zweite Stufe des *inkrementellen Greening*, bei dem flexiblere, marktbezogenere und weiter reichende umweltpolitische Instrumente, sowie eine auf integrierte (Prozess-) Technologien bzw. Lösungen zielende Forschungspolitik zusammen wirken. Es findet eine Diffusion des Greenings in das Innovationssystem statt, von dem Wissens- und Produktivitätsregime in gleicher Weise betroffen sein können. Das Produktivitätsregime ist hier bei der geeigneten und kostengünstigen Nutzung integrierter Lösungen bzw. der Nutzung des im Umwelttechniksegment generierten Wissens in spezieller Weise gefordert.
- Schließlich eine dritte Stufe des strategischen/ pfadverändernden Greening, bei dem Umweltaspekte von vorn herein in den Innovationsprozess integriert sind und auch Produktinnovationen erfassen. Für pfadverändernde Lösungen bedarf es eines neuen Modus der Interaktion von Wissens- und Produktivitätsregime sowie entsprechender Produzenten-/ Nutzernetzwerke, um den Selektionsprozess des Produktivitätsregimes auch bei Pfadabhängigkeiten zu überwinden. Politik kann dabei unterstützend wirken, unter anderem mittels einer Verstärkung von Preissignalen im Hintergrund, durch Technologiepolitik oder auch als Nischen schaffender Erstnutzer. Ein ökologisch-orientierter Pfadwechsel ist dabei kein technokratisches Vorhaben, sondern ein voraussetzungsvolles genuin sozio-ökonomisches Projekt, das der Kooperation aller Akteure des Innovationssystems und der Unterstützung wichtiger gesellschaftlicher Akteure bedarf.

► Illustration am deutschen Fall

In der ersten Hälfte der 70-er Jahre gab es unbestritten einen von außen angestoßenen ersten Schub eines Greenings des westdeutschen Innovationssystems. Ein umweltpolitischer Rahmen für die Selektion von Innovationen und begleitend eine ökologieorientierte Forschungspolitik wurden erst konstituiert. Verschärfend kam der Preisimpuls der "Ölkrise" und seine Folgen hinzu. Faktisch überlagerten und verstärkten sich so Elemente der ersten beiden Stufen des Greening- Pro-

Tabelle 1: Aggregierte Greening-Indikatoren für Westdeutschland						
	1970	1975	1980	1985	1990	1994
Arbeitsproduktivität (1)	88,0	100	113,2	122,1	134,0	143,9
Arbeitsstundenproduktivität	80,5	100	122,5	140,6	163,7	187,1
in der Industrie (2)						
Energieproduktivität	91,3	100	114,2	134,1	161,9	161,3
in der Industrie (3)						
Materialproduktivität (4)		100	135	190	215	
Staatliche FuE-Ausgaben		4,17 %	3,91 %	4,62 %	5,14 %	6,32 %
im Umweltbereich (5)						
Umweltinvestitionen (6)		3,6 %	3,1 %	3,5 %	3,4 %	2,8 %

1) BIP/ Erwerbstätigen in Preisen von 1991, 2) Effektives Bruttowertschöpfungsvolumen/ Beschäftigtenstunde Beschäftigtem im verarbeitenden Gewerbe, 3) Nettoproduktionswert/ Endenergieverbrauch der Industrie, jeweils in Preisen von 1985, 4) BIP/ Total Material Requirements, 5) Anteil der FuE-Ausgaben des Bundes im Förderbereich Umwelt bezogen auf die gesamten FuE-Ausgaben, die Angaben beziehen sich hier auf 1976, '81, '86, '91 und '96, 6) Im Verhältnis zu den jeweiligen Gesamtinvestitionen (Staat und Unternehmen)

Quellen: in Anlehnung an Nill, 1./ Hübner, K./ Rickert, C.: Ökologisierung des Innovationssystems? In: Dybe, Georg; Rogall, Holger (Hrsg.): Die ökonomische Säule der Nachhaltigkeit, Berlin 2000, S. 55, und die dort angegebenen Quellen

zesses. Die technologische Anpassung der Industrie an die hierdurch stark gestiegenen und den Innovationsdruck verstärkenden Energie- und Materialpreise war relativ erfolgreich; gleichzeitig bildete sich ein Nukleus einer Umweltschutzindustrie. In der Folge lassen sich neben Verbesserungen bei spezifischen Umweltindikatoren Ressourcenproduktivitätssteigerungen in zum Teil erstaunlicher Höhe feststellen, die als Vorboten eines Pfadwechsels gedeutet werden können (siehe Tabelle 1 auf S. 29; leider sind nur Indikatoren für Westdeutschland als Zeitreihe verfügbar).

Dabei fällt auf, dass sich das Greening trotz wieder stark gefallener Energiepreise zumindest noch bis Ende der 80-er Jahre fortgesetzt und zum Teil noch an Fahrt gewonnen hat. Diese recht lang andauernde Wirkung spricht zum einen dafür, dass in der ersten Phase tatsächlich einige Veränderungen im Selektionsprozess des Innovationssystems statt fanden. Unterstützt wurde die Beibehaltung der Innovationsmuster durch die Entwicklung der Umweltpolitik. Auch die bloße FuE-Ausgabenentwicklung des Bundes deutet in diese Richtung.

Die Breitenwirkung war jedoch begrenzt und aus einer Pfadwechselperspektive nicht ausreichend für einen dauerhaften selbsttragenden Greening-Prozess. Die dominierende Orientierung am Stand der Technik wirkte auf eine entsprechende Dynamik eher restriktiv und die neuen technischen Lösungen waren hauptsächlich vom Typ End-of-Pipe. Das Greening betraf daher insbesondere ein spezielles Segment des Innovationssystems, das sich zugleich als gut kompatibel mit den dominierenden Charakteristika des deutschen Innovationssystems -Schwerpunkt auf höherwertige, aber nicht Hochtechnologien, inkrementelle Orientierung - erwies. Das traditionelle Innovationssystem selbst war - mit Ausnahme von Energieeinspartechnologien - eher am Rande betroffen. Der integrierte Lösungen befördernde Ölkrisenimpuls wurde nach seiner Abschwächung nicht durch entsprechend breitenwirksame ökonomische Instrumente substituiert, vielmehr geht die Eingriffstiefe der Umweltpolitik, auch mit der Begründung negativer Wettbewerbswirkungen, seit Ende der 80-er zurück. Die westdeutsche Energieproduktivität stagniert. Die materiellen Ressourcen der ökologischen FuT-Politik bleiben begrenzt, und die für einen Pfadwechsel zentralen Produktinnovationen wurden von ihr lange vernachlässigt. Auf der institutionellen Ebene bleibt die Politikintegration ebenfalls eher schwach.

Mit einiger Zeitverzögerung wächst hingegen die Bedeutung der Interaktion der verschiedenen Akteure sowie der Rolle von Industrie, Wissenschaft und KonsumentInnen, aber diese sind nur teilweise in der Lage, als autonome Triebkraft zu wirken. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass sich manche tendenziell positiven Entwicklungen angesichts der Trägheiten und Time Lags der Entwicklung des NIS bis 1994 noch kaum in den quantitativen Indikatoren niederschlagen konnten.

► Pfadwechsel in Sicht?

Die Ressourcenproduktivitätsentwicklung vor allem in den 90-er Jahren hinkt deutlich hinter den Steigerungsraten von etwa fünf Prozent jährlich zurück, die für nötig gehalten werden, um den Umweltraum nicht zu übernutzen (4). Hierfür dürften die bisher dominierenden und durch das deutsche Innovationssystem begünstigten inkrementellen Innovationen an ihre Grenzen stoßen. Daher ist es eine offene Frage, ob eine weitere Stufe des Greenings als Treiber eines wirklichen Pfadwechsels in Richtung Nachhaltigkeit in den Bereich des Möglichen rückt. Manche Grundlagen dafür scheinen zwar inzwischen gelegt. Die jüngsten Forschungsprogramme gehen programmatisch sowohl inhaltlich als auch im Reichweiten-Anspruch wesentlich weiter als bisher und thematisieren die hier als strategisches Greening bezeichnete Stufe. Auch in nicht direkt umweltbezogenen Bereichen der Forschung beginnt das Stichwort Ressourceneinsparung eine Rolle zu spielen. Schließlich ist die ökologische Leitorientierung auch im Bereich der anderen Akteure zunehmend diffundiert und wird von diesen nun in früheren Phasen des Innovationsprozess zumindest teilweise berücksichtigt. Und auch in der Umweltpolitik gibt es im Zuge der Nachhaltigkeitsdebatte zumindest im konzeptionellen Bereich neue Akzente. Dennoch kann ein Durchbruch zu einem nachhaltigen Greening noch nicht beobachtet werden. Auch inzwischen eingeführte neue Instrumente wie die Ökosteuer geben für sich betrachtet angesichts der mäßigen Höhe eher einem Greening des zweiten Typs wieder neuen Schwung. Weiterhin sind auch aus technologiepolitischer Sicht neue Impulse seitens der Umweltpolitik nötig (5). Einige Anfänge der Verän-

derung der Selektionsmechanismen des Produk-

tivitätsregimes sind inzwischen im Energiebereich

sichtbar. Bis hin zu den Finanzmarktinstitutionen

haben sich inzwischen die Akteure in diesem

Feld auf die Anforderungen eines Pfadwechsels

eingestellt. Trotz Blockaden seitens der Mehr-

zahl der traditionellen Akteure des Produktivi-

tätsregimes scheint ein solcher nicht ausge-

schlossen zu sein, was zumindest das Potenzial,

auch ein verfestigtes und lange erfolgreiches

Muster des Innovationssystems zu verändern, offen legt. Ähnliches könnte im Bereich des Straßenverkehrs bevorstehen (6).

Schlussfolgerungen

Umweltpolitische Impulse für eine Ökologisierung des Innovationssystems sind zwar in ihrer Reichweite begrenzt, sie bleiben jedoch einerseits zur Förderung der Diffusion vor allem von Prozessinnovationen, andererseits durch ihren Einfluss auf die langfristigen Erwartungen der privatwirtschaftlichen Akteure des Innovationssystems wichtig. Die Analyse von Innovationssystemen ermöglicht die Entwicklung von Politikansätzen, die neue Impulse für einen pfadverändernden Greening-Prozess geben könnten. Vielversprechend, aber nicht einfach umzusetzen sind hier insbesondere Ansätze zu einer Integration von Umwelt- und Technologiepolitik, aber auch strategische und langfristig angelegte Versuche, alle relevanten Akteure in den Suchprozess nach neuen Entwicklungspfaden einzubeziehen. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf, vor allem hinsichtlich international vergleichender Studien.

Anmerkungen

(1)Vgl. z.B. Nelson, R.R. (Hrsg.): National Innovation Systems, New York 1993, sowie Edqvist, C. (Hrsg.): Systems of Innovation, London/ New York 1997.

(2) Freeman, C.: Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan, London 1987, S. 1.

- (3) Der Beitrag basiert auf Ergebnissen des BMBF-Forschungsprojekts "Ökonomische Globalisierung, internationale Wettbewerbsfähigkeit und nationale Innovationssysteme. Ökologische Innovationspolitik als Standortfaktor?" der Fachhochschule für Wirtschaft, die jüngst als Buch erschienen sind. Vgl. Hübner, K./ Nill, J.: Nachhaltigkeit als Innovationsmotor. Herausforderungen für das deutsche Innovationssystem. Berlin 2001.
- (4) Vgl. z.B. BUND/Misereor (Hrsg.): Zukunftsfähiges Deutschland. Basel 1996, S. 61.
- (5) Vgl. z.B. Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung et al.: Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Zusammenfassender Endbericht 1998. Mannheim 1999.
 (6) Dieser Sektor wird im Rahmen einer Fallstudie in Hübner/ Nill a.a.O. ausführlich diskutiert.

Die Autoren

Jan Nill ist wiss. Mitarbeiter im Forschungsfeld Umweltökonomie und -politik des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (lÖW), Dr. Kurt Hübner ist Professor für Makroökonomie an der Fachhochschule für Wirtschaft Berlin und zur Zeit Gastprofessor an der York University in Toronto/Kanada.

Kontakt: IÖW, Potsdamer Str. 105, 10785 Berlin. Tel. 030/884594-28, Fax 030/8825439, E-mail: Jan.Nill@ioew.de, kHuebner@YorkU.ca

