

Hartmut Hirsch-Kreinsen

**INNOVATIONSPOLITIK:
DIE HIGHTECH-OBSESSION**

Soziologisches Arbeitspapier Nr. 22/2008

**Herausgeber
Prof. Dr. H. Hirsch-Kreinsen
Prof. Dr. J. Weyer**

**Innovationspolitik:
Die Hightech-Obsession**

Hartmut Hirsch-Kreinsen
Arbeitspapier Nr. 22 (August 2008)

ISSN 1612-5355

Herausgeber:

Prof. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen
Lehrstuhl Wirtschafts- und Industriosozologie
is@wiso.tu-dortmund.de
www.wiso.tu-dortmund.de/IS

Prof. Dr. Johannes Weyer
Fachgebiet Techniksoziologie
johannes.weyer@tu-dortmund.de
www.wiso.tu-dortmund.de/TS

Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät
Technische Universität Dortmund
D-44221 Dortmund

Ansprechpartnerin:

Dipl.-Päd. Martina Höffmann, e-mail: martina.hoeffmann@tu-dortmund.de

Die Soziologischen Arbeitspapiere erscheinen in loser Folge. Mit ihnen werden Aufsätze (oft als Preprint), sowie Projektberichte und Vorträge publiziert. Die Arbeitspapiere sind daher nicht unbedingt endgültig abgeschlossene wissenschaftliche Beiträge. Sie unterliegen jedoch in jedem Fall einem internen Verfahren der Qualitätskontrolle. Die Reihe hat das Ziel, der Fachöffentlichkeit soziologische Arbeiten aus der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Technischen Universität Dortmund vorzustellen. Anregungen und kritische Kommentare sind nicht nur willkommen, sondern ausdrücklich erwünscht.

Zusammenfassung

Innovationspolitik: Die Hightech-Obsession

Der Fokus staatlicher Forschungs- und Innovationspolitik richtet sich traditionell auf Spitzentechnologien. Die Prämisse dieser Politik ist, dass sich im Zeitalter der Globalisierung und der sich verschärfenden Innovationskonkurrenz das hiesige Wohlstandsniveau allein über die forcierte Entwicklung von Technologien höchster und besonderer Qualität auf Dauer halten lässt. Dieser innovationspolitische Ansatz wird im vorliegenden Papier einem kritischen Resümee unterzogen. Es wird gezeigt, dass erstens der innovationspolitische Fokus auf Spitzentechnologie mit den gegebenen Wirtschafts- und Industriestrukturen in Deutschland kaum kompatibel ist, dass zweitens die häufig unterstellten eindeutigen Zusammenhänge zwischen einer forcierten Entwicklung von Spitzentechnologien und ökonomischen Wachstum nur schwer erkennbar sind und, dass drittens dieser innovationspolitische Ansatz hinter wesentliche Erkenntnisse der sozialwissenschaftlichen Innovationsforschung zurückfällt. Basis der Argumentation sind Ergebnisse und Überlegungen aus einem abgeschlossenen internationalen Forschungsprojekt über Innovationsverläufe im nicht-forschungsintensiven Industriesektor sowie konzeptionelle Überlegungen aus dem Kontext der evolutions- und institutionentheoretischen Innovationsforschung.

Abstract

Innovation Policy: The High-Tech Obsession

Research and innovation policy focuses traditionally on high-technologies. The premise of this policy is that an intensified development of high-technologies is the indispensable prerequisite to secure the already reached level of economic wealth due to the intensified globalised competition. This concept of innovation policy will be critically reviewed in this paper. It will be shown that firstly the high-tech focus is not compatible with the traditional structures of the German economic and industrial structures, secondly, that the widely assumed strong connection between the development of high-technologies and economic growth is not at all clear and, thirdly that this policy focus neglects convincing findings of socio-scientific innovation research. Basis of the paper are findings stemming from an international research project on innovations in non-research intensive industries and conceptual findings and considerations from evolutionary and institutional approaches of innovation research.

Innovationspolitik: Die Hightech-Obsession¹

1. Der Fokus auf Spitzentechnologie

Der Fokus staatlicher Forschungs- und Innovationspolitik richtet sich traditionell auf Spitzentechnologien. Die Prämisse dieser Politik ist, dass sich im Zeitalter der Globalisierung und der sich verschärfenden Innovationskonkurrenz das hiesige Wohlstandsniveau allein über die forcierte Entwicklung von Technologien höchster und besonderer Qualität auf Dauer halten lässt; nur auf diesem Wege seien wirkliche Konkurrenzvorteile und damit hohe Preise insbesondere gegenüber den Konkurrenten aus Niedrigkostenländern zu erzielen. Konsequenterweise verfolgt auch die gegenwärtige deutsche Bundesregierung seit geraumer Zeit ein innovationspolitisches Programm, das als „Hightech-Strategie“ besonders auf die Förderung von Hochtechnologie-Sektoren abstellt. Genannt werden hier Technologiebereiche wie Nanotechnologien, Biotechnologien, optische Technologien, Mikrotechnologien und Informationstechnologien. Die Förderung dieser Technologien sei deshalb sinnvoll, weil es sich um „Treibertechnologien“ handele, die vielfältige Anwendungen erlaubten und Wirtschaftsbranchen veränderten. Deren Beherrschung sei für ein Hightech-Land wie Deutschland zentral (BMBF 2006, S. 27). Noch weiter zugespitzt wird diese innovationspolitische Programmatik in einem aktuellen Gutachten der Expertenkommission Forschung und Innovation beim Bundesforschungsministerium, in dem eine noch stärkere Förderung von Spitzentechnologien als bisher gefordert wird; angemahnt wird eine ausgeprägte „missionsorientierte“ Innovationspolitik und eine Abkehr von der bisherigen, relativ ausgeprägten „diffusionsorientierten“ Innovationspolitik (EFI 2008). Gestützt wird dieser innovationspolitische Fokus jüngst von einer Studie der Unternehmensberatung McKinsey, in der die „Besetzung schnell wachsender innovativer Felder“ von der Halbleiterherstellung bis zum Flugzeugbau gefordert wird, da dadurch mehr Beschäftigung und Wachstum erreicht werden könnten (McKinsey 2008, S. 7ff.).

Eine wesentliche Begründung findet dieser innovationspolitische Ansatz in den verschiedenen Modellen der ökonomischen Wachstumstheorie. Der technologischen Entwicklung wird in diesen Modellen generell ein zentraler Erklärungswert für Wachstumsunterschiede zwischen Unternehmen und Volkswirtschaften zugeschrieben (zusammenfassend z.B. Arnold 1997; Grupp 1998; Verspagen 2005). Eine besondere Bedeutung kommt hier jenen Modellannahmen zu, die unter dem Begriff der sog. Neuen Wachstumstheorie zusammengefasst werden. Dieses Konzept erklärt Wachstum endogen aus den ökonomischen Prozessen heraus und betrachtet dabei insbesondere technologische Innovationen als Wachstumstreiber. Innovationen sind danach ökonomischen Marktregulativen unterworfen. Sie eröffnen ihren Trägern und

¹ Für Kritik und Anregungen sei Katrin Hahn gedankt.

Anwendern ökonomische Vorteile, insofern als damit Konkurrenzvorteile erzielt, Kostensenkungen und eine verbesserte Produktqualität realisiert und mit neuen Produkten neue Märkte erschlossen werden können. Teile dieser Innovationen werden danach von anderen Wirtschaftsakteuren übernommen, was wiederum deren Innovativität steigert. Insgesamt können die Modelle der Neuen Wachstumstheorie demonstrieren, dass technologische Innovationen Wachstum stimulieren. Das Wachstum hängt in den Modellannahmen allerdings davon ab, wie teuer Innovationen sind, wie rasch „Nachahmer“ Innovationen übernehmen können und wie sich die ursprünglichen Innovatoren gegen Nachahmungen schützen können.

Diese Wachstumsmodelle liefern darüber hinaus auch Erklärungen für die unterschiedliche ökonomische Leistungsfähigkeit verschiedener Länder im internationalen Wettbewerb. Danach werden im internationalen Wettbewerb vor allem durch Spezialisierung auf hochinnovative Güter und Dienstleistungen besonders hohe Preise erzielt, die hinreichend hohe Einkommen, Wachstum und Beschäftigung im Inland ermöglichen. Allein durch Qualitäts- und Technologievorsprünge könnten Konkurrenten mit Produktionskostenvorteilen Paroli geboten werden. Erreicht werden könne dies allein durch Güter und Dienstleistungen, die besonders forschungs- und wissensintensiv seien. Die Beherrschung forschungs- und wissensintensiver Güter und Dienstleistungen wird daher als unabdingbar angesehen, während weniger forschungsintensive Technologien aus dem Ausland erworben werden könnten. Insgesamt wird daher der technologischen Entwicklung ein hoher Erklärungswert für Wachstumsdifferenzen zwischen Unternehmen und ganzen Volkswirtschaften zugesprochen. Zudem wird davon ausgegangen, dass staatliche Innovations- und Technologiepolitik eine wachstumsförderliche Rolle spielen kann, indem sie Wissenschaft, Forschung und Entwicklung fördert.

Der postulierte Zusammenhang zwischen fortgeschrittenen Technologien und ökonomischen Wachstum und den zugleich unterstellten politischen Einflussmöglichkeiten hat freilich bestenfalls den Charakter einer Hypothese. Kritischer formuliert, „...the new growth theory still portrays the relationship between technology and growth as one of a steady-state growth pattern, which can be ‘tweaked’ relatively easily by turning the knobs of the R&D process.“ (Verspagen 2005, S. 504) Ja, es kann innovationspolitisch von einer „Hightech-Obsession“ gesprochen werden (Godin 2004). Denn vernachlässigt wird mit diesem Ansatz, dass Innovationsprozesse komplex und ihr Ergebnis stets ungewiss sind. Und es wird übersehen, dass Innovationen in den wenigsten Fällen von hohen FuE-Aufwänden und Hightech-Entwicklungen getrieben werden.

Im gegebenen Rahmen kann allerdings keine systematische Kritik dieses innovationspolitischen Ansatzes und seiner wirtschaftstheoretischen Begründung geleistet werden, vielmehr sollen zentrale kritische Punkte hervorgehoben werden: Es soll gezeigt werden, dass erstens das Konzept der Spitzentechnologie mit den gegebenen Wirtschafts- und Industriestrukturen kaum kompatibel ist, dass zweitens eindeutige

Zusammenhänge zwischen Spitzentechnologien und Wachstum nur schwer erkennbar sind und, dass drittens dieser Ansatz hinter wesentliche Erkenntnisse der Innovationsforschung zurückfällt. Basis der Argumentation sind Ergebnisse und Überlegungen aus einem abgeschlossenen EU-Projekt über Innovationsverläufe im nicht-forschungsintensiven Industriesektor (Bender et al. 2005; Hirsch-Kreinsen 2008) sowie konzeptionelle Überlegungen aus dem Kontext der evolutions- und institutionentheoretischen Innovationsforschung (zusammenfassend z.B. Fagerberg 2005).

2. Heterogene Strukturen und unklare Tendenzen

2.1 Daten und Strukturen

Statistisch-kategoriale Basis des Fokus auf Spitzentechnologie ist die Einteilung von Wirtschaftssektoren bzw. der produzierten Güter nach ihrer FuE-Intensität. Die Genese dieser Kategorie reicht bis in die 1960er Jahre zurück und steht im Kontext der immer wieder aufkeimenden internationalen Debatten um die Konkurrenzfähigkeit der entwickelten Industrieländer untereinander (Godin 2004). Erstmals kodifiziert wurde diese Kategorie im sog. Frascati-Manual der OECD im Jahr 1963, das seitdem ständig weiterentwickelt worden ist (OECD 2002). Bezeichnet wird mit der FuE-Intensität der jeweilige Anteil des Aufwandes für Forschung und Entwicklung² am jeweiligen Umsatz eines Unternehmens, dem Produktionswert einer Branche oder dem BIP eines ganzen Landes. Nach der in Deutschland u.a. vom Bundesforschungsministerium verwendeten Klassifikation wird von Spitzentechnologien dann gesprochen, wenn bei deren Herstellung mehr als 7 Prozent des Umsatzes für FuE aufgewendet werden; erfasst werden damit beispielsweise Wirtschaftssektoren wie die pharmazeutische Industrie, Rundfunk- und Nachrichtentechnik, Herstellung von DV-Geräten und elektronischen und optischen Bauelementen, Luft- und Raumfahrzeugbau und die Herstellung von Waffen. Bezogen auf Dienstleistungen werden wissensintensive Dienste ins Zentrum des Interesses gerückt, deren Akademikeranteil bei mehr als 11 Prozent der Beschäftigten und der Anteil der Naturwissenschaftler und Ingenieure bei mehr als 4,5 Prozent der Beschäftigten liegt. Als Beispiele hierfür werden das Versicherungsgewerbe, Kreditgewerbe, Forschung und Entwicklung, Unternehmensberatung, Softwaredienste und Gesundheitswesen genannt (Legler/Frietsch 2006; EFI 2008).

Freilich blendet dieser Fokus die vorhandene breite Landkarte der Wirtschaftssektoren und damit einhergehende unterschiedliche Struktureinflüsse auf Innovativität und Wachstum insgesamt aus. Dies lässt sich an Hand der Strukturen des industriellen Sektors wie folgt zeigen: Danach repräsentiert der Sektor der innovationspolitisch favorisierten Spitzentechnologie im Jahr 2006 mit knapp 10 Prozent der Beschäftig-

² Konkret werden mit diesem Indikator unternehmensinterne FuE-Aufwendungen für FuE-Personal, weitere FuE-Kosten und Investitionen sowie unternehmensexterne Aufwendungen für z.B. FuE-Aufträge an andere Unternehmen und Organisationen erfasst (OECD 2002, S.108 ff.).

ten und rd. 9,8 Prozent des Umsatzes einen nur kleinen Ausschnitt des Verarbeitenden Gewerbes insgesamt (vgl. Tabelle). Nachgeordnete Bedeutung für die Innovationsleistung wird hingegen dem Bereich der hochwertigen Technologien mit einer FuE-Intensität zwischen 2,5% und 7% zugebilligt, da diese unter wachsender internationaler Konkurrenz stünde und nur mehr schrumpfende Wachstumspotentiale aufweise (EFI 2008, S. 19f.). Vorliegenden Zahlen zu Folge umfasst dieser Sektor aber immerhin fast 38 Prozent der Beschäftigten und ca. 41 Prozent des Umsatzes des Verarbeitenden Gewerbes (vgl. Tabelle). Dabei handelt es sich um die Kernbranchen der Industrie in Deutschland wie dem Fahrzeugbau, der Elektrotechnischen Industrie, dem Maschinenbau und der Chemieindustrie, die Träger der langjährigen Exporterfolge sind und die sich insgesamt im internationalen Vergleich durch hohe Innovationsleistungen auszeichnen (VDMA 2008).

Der „Rest“ des Verarbeitenden Gewerbes wird zum nicht-forschungsintensiven Sektor gezählt, der weniger als 2,5 Prozent des Umsatzes in FuE investiert. Die vorherrschende innovationspolitische Debatte geht auf diesen Sektor auf Grund seiner nur begrenzt angesehenen Wachstumsraten (s.u.) nicht weiter ein. Es handelt sich dabei beispielsweise um Wirtschaftszweige wie: das Papier-, Verlags- und Druckgewerbe, das Ernährungsgewerbe, die Holz- und Möbelindustrie und die Herstellung von Metalizerzeugnissen wie die Gießereiindustrie und die Herstellung von Kunststoffwaren. Kurz gesagt, mit der Kategorie des nicht-forschungsintensiven Sektors werden vor allem solche Unternehmen erfasst, die technologisch gesehen vergleichsweise traditionelle Produkte herstellen. Fraglos operieren viele Unternehmen unter sehr schwierigen Konkurrenz- und Marktbedingungen. Eine steigende Konkurrenz aus Niedrigkostenländern sowie ein hoher und wachsender Kostendruck gepaart mit der leichten Imitierbarkeit vieler Produkte erzwingen vielfach die Reduzierung inländischer Produktionsstandorte und führen zu einer zunehmenden Bedeutung im billigeren Ausland hergestellter Produkte dieser Branchen. Den vorliegenden Daten zu Folge weist der nicht-forschungsintensive Sektor mit einem Beschäftigungsanteil von rund 52 Prozent und einen Umsatzanteil knapp 50 Prozent allerdings ein nach wie vor aktuell hohes Gewicht im gesamten Verarbeitenden Gewerbe auf (vgl. Tabelle), d.h. von diesem Sektor wird ein beachtlicher Anteil der industriellen Wertschöpfung erbracht.

Tab.: Beschäftigungs- und Umsatzanteile im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland, in Prozent (gerundet)³

	1995		2002		2006	
	Be- schäf- tigung	Um- satz	Be- schäf- tigung	Um- satz	Be- schäf- tigung	Um- satz
Sektor Spitzen- technologie	10,2	13	9,2	10,1	9,9	9,8
Sektor Gehobe- ne Gebrauchs- technologie	35	34	37	43	37,7	41
Nicht- forschungs-in- tensiver Sektor	55	53	54	47	52,4	49

2.2 Dynamik und Wachstum

Fragt man nach der Dynamik dieser Industriestrukturen, so zeigt sich in Hinblick auf Produktionswert, Umsatz und Beschäftigung auf den ersten Blick durchaus eine Erfolgsbilanz des Bereichs der Spitzentechnologie zu Lasten vor allem des nicht-forschungsintensiven Sektors (Gehrke et al. 2007, S 9ff.). Die Schlussfolgerung, dass sich damit strukturelle Veränderungen verbinden, die den innovationspolitischen Fokus auf Spitzetechnologie begründen (EFI 2008, S. 21), ist jedoch voreilig. Denn auf den zweiten Blick lassen sich die Entwicklungstendenzen als differenziert, ja widersprüchlich diagnostizieren: Ohne Frage weisen die Sektoren hoher FuE-Intensität seit der Mitte der 1990er Jahre überdurchschnittliche Wachstumsraten in Hinblick auf die Wertschöpfung auf; dies gilt insbesondere für den Sektor der Spitzentechnologie (ebd., S. 3ff.). Jedoch sind dabei zugleich die unterschiedlichen Ausgangsniveaus der verschiedenen Sektoren in Rechnung zu stellen. Im Fall der Spitzentechnologie impliziert das niedrige Ausgangsniveau durchschnittlich höhere Zuwachsraten als im nicht-forschungsintensiven Sektor. Dies bedeutet aber zugleich, dass das Wachstum in absoluten Werten in letzteren nach wie vor höher ist als in den Hightech-Sektoren. Zudem ist die Beschäftigungsbilanz der Industrie generell seit Mitte der 1990er Jahre ungünstig; diese Entwicklung folgt dem in allen alten Industrieländern beobachtbaren säkularen Trend, wonach der Anteil der Industriebeschäftigung an der Gesamtbeschäftigung kontinuierlich zurückgeht. Dabei geht vorliegenden Verlaufsdaten zu-

³ Eigene Berechnungen auf der Basis der NIW/ISI-Listen 2006 (Legler/Frietsch 2006) und Statist. Bundesamt (1997; 2004; 2008). Ungenauigkeiten ergeben sich aus leicht voneinander abweichenden Klassifikation der Wirtschaftszweige (1995 und 2002 WZ 93, 2006 WZ 03).

folge dieser Abbau in den forschungsintensiven Sektoren etwas langsamer als in den nicht-forschungsintensiven (Belitz et al. 2008, S. 8). Die Folge dieser Entwicklungsdynamik ist, dass sich bislang keine grundlegenden Strukturveränderungen innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes erkennen lassen:

- Wie die obigen Daten der Umsatzentwicklung grob zeigen (vgl. Tabelle), haben sich die Relationen zwischen den Umsätzen der Industriesektoren seit 1995 zu Gunsten des mittleren Bereichs der gehobenen Gebrauchstechnologie verschoben; der Umsatzanteil der Bereiche Spitzentechnologie und des nicht-forschungsintensiven Sektors sanken leicht.
- In Hinblick auf die Beschäftigungsentwicklung zeigen sich allenfalls marginale Veränderungstendenzen zu Gunsten des Sektors der gehobenen Verbrauchstechnologie, während die Anteile der beiden anderen Sektoren leicht sanken.⁴

Aufs Ganze gesehen lassen diese Entwicklungsdaten kaum den Schluss zu, dass die Innovationsfähigkeit des deutschen Innovationssystems immer stärker maßgeblich vom Sektor der Spitzentechnologie bestimmt wird. Vielmehr zeigt sich zum einen seine traditionelle Stärke im Sektor der gehobenen Gebrauchstechnologien, der für Deutschland besonders wachstums- und arbeitsmarktrelevant ist. Zum anderen ist die Bedeutung des nicht-forschungsintensiven Sektors unübersehbar. Zum dritten ist davon auszugehen, dass gerade das Zusammenspiel der verschiedenen Sektoren einen wichtigen Einflussfaktor auf die industrielle Innovationsfähigkeit insgesamt darstellt. Zum vierten ist hierbei die enge und zunehmende Verflechtung zwischen Dienstleistungen und der Industrie zu betonen. Dies betrifft vor allem die Entwicklung industrieller Kernsektoren, die zusammen mit unternehmensbezogenen Dienstleistungen seit Mitte der 1990er Jahre ein Wachstum in Hinblick auf Wertschöpfung und Beschäftigung aufweisen (IW Consult 2006). Insgesamt wird damit deutlich, dass das deutsche Innovationssystem von einem sehr industrielastigen Innovationspfad geprägt ist. Dabei weist es eine markante und bislang sehr erfolgreiche Prägung zugunsten der Weiterentwicklung und Perfektionierung bereits verfügbarer Technologien auf (Wengenroth 2007).

Dieser Innovationspfad unterscheidet sich erkennbar von denen anderer Länder. Denn der Umstand, dass andere Länder mit davon abweichenden Strukturen gleiche oder ähnliche Wachstumsraten aufweisen, zeigt dabei, dass Innovativität und Wachstum auf sehr unterschiedlichem Wege realisiert werden können. Einen Hinweis hierauf geben die statistischen Befunde von Kaloudis et al. (2005), wonach zwischen einem hohen Wertschöpfungsanteil von Hightech-Sektoren und der Wachstumsrate des Pro-Kopf-Einkommens generell keine positive Korrelation besteht. Vielmehr weisen Länder mit sehr unterschiedlichen Wirtschaftsstrukturen, auch solche mit einer Dominanz von nicht-forschungsintensiven Sektoren, durchaus ähnlich hohe Wachs-

⁴ Ähnliche Entwicklungstendenzen finden sich bei einem internationalen Vergleich von elf OECD-Ländern, der den Zeitraum von 1980 bis 2001 umfasst (vgl. Kaloudis et al. 2005).

tumsraten auf. Auf ähnlich wenig eindeutige Zusammenhänge verwies vor längerem auch schon Jones (1995) in seiner kritischen Auseinandersetzung mit zentralen Modellen der Neuen Wachstumstheorie. Seinen empirischen Befunden zu Folge stiegen in dem Zeitraum der 1980er und 1990er Jahre in der EU und den USA zwar die FuE-Ausgaben deutlich, jedoch zeigt demgegenüber im gleichen Zeitraum das Produktivitätswachstum einen völlig unklaren Trend. FuE, Spitzentechnologie und Wachstum sind offensichtlich nicht so eindeutig korreliert, wie es in der Innovationspolitik mit Rückgriff auf die ökonomische Theorie behauptet wird. Folgt man hier der Kritik evolutionstheoretischen Innovationsforschung, so liegt eine der wesentlichen Gründe für diese unklaren Zusammenhänge in der grundsätzlichen Ungewissheit des Verlaufs und des Ergebnisses von technologischen Innovationen (Verspagen 2005). Darauf soll im Folgenden genauer eingegangen werden.

3. Innovationen auch ohne FuE und Spitzentechnologie

Die Gleichsetzung von hoher FuE-Intensität, innovativen Technologien und Wachstum impliziert die Annahme, dass ein relativ eindeutiger Zusammenhang zwischen Forschung und Entwicklung und technologischen Innovationen existiert. Die Frage, ob dieser Zusammenhang in der unterstellten Generalität tatsächlich angenommen werden kann, wird nicht gestellt und die Vielzahl von Einflussfaktoren und Mechanismen, die technologische Innovationen bestimmen, wird ausgeblendet. Innovationsprozesse werden in dieser Sichtweise letztlich als „black box“ (Nathan Rosenberg) betrachtet. Die neuere sozialwissenschaftliche Innovationsforschung zeigt jedoch instruktiv, dass technologische Innovationsfähigkeit nicht allein auf FuE-Aktivitäten in verschiedenen Science-based und Hightech-Sektoren basiert, sondern vor allem auch durch Kundennachfrage, praktisches Wissen oder Anwendungserfahrungen angestoßen wird. Die Formel des „systemischen Charakters von Innovationen“ bezeichnet diesen Zusammenhang sehr präzise (z.B. Kline/Rosenberg 1986; Fagerberg 2005). Auf diesen komplexen und mit vielen Ungewissheiten behafteten Zusammenhang soll im Folgenden in der gebotenen Kürze genauer eingegangen werden.

3.1 Innovationen verlaufen nicht „linear“

Der Fokus auf Spitzentechnologie und hohe FuE-Intensität als Innovationstreiber folgt einem konventionellen, in der Innovationsforschung seit langer Zeit kritisierten und überwundenen Innovationsmodells. Sein Kern ist die Annahme, dass der Ausgangspunkt jeglicher Innovationen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sind und wissenschaftlich generiertes Wissen Anstöße für die Entwicklung neuer Technologien gibt. Forschung und Entwicklung werden als elementare und notwendige, funktional und zeitlich dem industriellen Prozess vorausgehende Innovationsstufen angesehen. Es wird davon ausgegangen, dass es einen klar strukturierten Ablauf gibt, in dem Wissen von der Grundlagenforschung über die angewandte Forschung schrittweise spezifiziert, genutzt und schließlich umgesetzt wird in konkrete Techniken für einen

bestimmten Anwendungskontext. Daher kann man auch von einem Kaskadenmodell oder einem linear-sequentiellen Modell (Gerybadze 2004, S. 23f.) des Innovationsprozesses sprechen. Damit verbindet sich zudem die Hoffnung, dass bei hinreichend effektiver Förderung der FuE-Prozesse auch die Voraussetzungen für weitreichende radikale Innovationen verbessert werden. Denn radikale Innovationen gelten ökonomisch als besonders erstrebenswert, sie eröffnen völlig neue Märkte, Absatzmöglichkeiten und Wachstumsperspektiven. Der Fokus liegt dabei auf Produktinnovationen; in diesem Sinn wird für Güter, die Ergebnis radikaler Innovationen sind, auch der Begriff „Schumpeter-Güter“ verwendet (EFI 2008, S. 18). Sie werden damit abgegrenzt von inkrementellen Innovationen, d.h. mehr oder weniger kontinuierlich verlaufende Neuerungen und die schrittweise Verbesserung existierender Technologien. In der innovationspolitischen Debatte wird diesen Innovationen eine nachgeordnete Bedeutung zugeschrieben. Denn sie betreffen ältere und traditionelle Produkttechnologien, sie sind daher von Konkurrenten leicht zu imitieren und sie eröffnen nur begrenzte Wachstumsperspektiven. Freilich stellt dies eine empirisch und theoretisch sehr verengte Perspektive in mehrerlei Hinsicht dar:

Folgt man der Innovationsforschung (z.B. Kline/Rosenberg 1986), so lassen sich Innovationsprozesse kaum als sequentiell und unidirektional verlaufendes Modell - von FuE hin zu Anwendung und Markt - konzipieren. Vielmehr sind vielfältige Ausprägungen und Zusammenhänge, mannigfaltige Verflechtungen und Lernprozesse bei Innovationen zu beobachten, die komplexere Modelle erfordern. Technologische Innovationen sind in einem hohem Maße von Offenheiten, Redundanz und Selektionsprozessen geprägt, die der Dominanz und Wirkung einer ausschließlichen wissenschaftlich-technologischen Entwicklungslogik nicht entsprechen. Innovationen werden oft nicht durch neues wissenschaftliches Wissen, sondern insbesondere auch von praxisorientierten Anwendungsproblemen angestoßen. Typisches Beispiel hierfür sind hochinnovative Entwicklungen im Bereich der Produktionstechnologie, deren Genese unmittelbar mit bislang nicht gelösten Nutzungsproblemen bisheriger Technologien verwoben ist. Innovationsprozesse müssen vielmehr als *rekursiver Prozess* modelliert werden. Gemeint ist damit ein Rückkopplungsprozess zwischen Entwicklung, Herstellung, Anwendung und Weiterentwicklung. Dieser Rückkopplungsprozess verknüpft je nach Technologiefeld, Wirtschaftssektor und Innovationsvorhaben unterschiedliche Funktionsbereiche und Wissensbestände miteinander. Auszugehen ist von einem breiten Spektrum sehr verschiedener Innovationskonstellationen (z.B. Mowery/Rosenberg 1998): Auf der einen Seite finden sich „science based“ Innovationsprozesse, bei denen wie etwa in der Pharmaindustrie die Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse nahezu unmittelbar mit neuen Produkten, die sich auf die Lösung eines spezifischen Anwendungsproblems richten, zusammenfallen. Auf der anderen Seite sind Innovationsprozesse zu verorten, deren Anstöße von praktischen Anwendungsproblemen und Kundenanstößen ausgehen und die ohne jegliche Nutzung von FuE-Ergebnissen und Spitzentechnologien erfolgreich verlaufen.

3.2 Innovation: ein vieldimensionaler Begriff

Innovationen können nicht allein auf Güter bzw. Produkte eingeschränkt werden. So verwendete schon Schumpeter in seiner Theorie wirtschaftlicher Entwicklung einen wesentlich breiteren Innovationsbegriff, wobei er darunter grundsätzlich die Neukombination verfügbarer Ressourcen versteht. Im Einzelnen können sich Innovationen danach auf die folgenden Bereiche richten: die Entwicklung eines neuen Produktes, die Einführung einer neuen Produktionstechnologie, die Verbesserung der Unternehmensorganisation, die Erschließung eines neuen Absatzmarktes und die Gewinnung neuer Beschaffungsquellen (z.B. OECD 1997; Fagerberg 2005). Mit einer solchen breiten Auffassung von Innovationen wird man der Heterogenität, Komplexität und den verschiedenen Schwerpunkten von Innovationsprozessen in den unterschiedlichsten Sektoren gerechter als mit dem Fokus auf Spitzentechnologien. Dabei erweist sich zudem die unterstellte enge Verknüpfung zwischen der FuE-Intensität von Innovationsprozessen und ihrem Ergebnis als zu kurzschlüssig. Ohne Frage finden radikale Produktinnovationen in der Regel im Kontext FuE-intensiver Innovationsprozesse statt (z.B. Mowery/Rosenberg 1998, S. 123ff.). Radikale Prozessinnovationen hingegen erfordern weder notwendigerweise hohe FuE-Aufwände, noch sind sie unbedingt an die Verfügung über Spitzentechnologien gebunden. So kann die „Neuerfindung“ eines Produktionsverfahrens von Betriebspraktikern und im Rahmen eines erfahrungsbasierten „trial-and error“-Prozesses stattfinden, ohne dass systematische FuE-Anstrengungen unternommen werden. Ein instruktives Beispiel hierfür ist das Produktionsparadigma der „Lean-Production“, dessen Genese auf die praktischen Erfahrungen mit den Unzulänglichkeiten tradierter Produktionstechnologien in der Automobilindustrie zurückzuführen ist. Seitdem wurden die technisch-organisatorischen Strukturen von Produktionsprozessen geradezu revolutioniert, das neue Paradigma setzte sich breit durch und wälzte die Unternehmensstrukturen und -strategien ganzen Branchen grundlegend um.

Freilich können Innovationen auch nicht auf die Dichotomie radikal vs. inkrementell reduziert werden. Zum einen sind in der Regel radikale Innovationen ohne den sich anschließenden Prozess kumulativer inkrementeller Innovationen kaum hinreichend effizient nutzbar. Radikale Innovationen, etwa „die Dampfmaschine“ und „der Computer“, benötigten Dekaden der kontinuierlichen und kleinschrittigen Weiterentwicklung bis mit ihnen die angestrebten ökonomischen Effekte tatsächlich realisiert werden konnten (Verspagen 2005, S. 493f.). Zum zweiten bezeichnen die Begriffe radikal und inkrementell Extrempunkte eines breiten Spektrums verschiedener Innovationstypen. Die Innovationsforschung hat schon vor längerem deutlich gemacht, dass diese Extrema durch weitere Typen ergänzt werden müssen, um das reale Innovationsgeschehen hinreichend zu erfassen (Henderson/Clark 1990). Zum einen wird hier der Typus der *modularen Innovationen* hervorgehoben. In diesem Fall werden zwar neue technologische Komponenten entwickelt und für eine Innovation genutzt, das grundlegende (funktionale) Design einer Technologie wird dabei jedoch beibehalten.

Als Beispiel gilt die Einführung digitaler Telefongeräte, die analoge Geräte ersetzen; der grundlegende Funktionszusammenhang oder die Produktarchitektur ändert sich in diesem Fall nicht. Zum anderen wird von einem Typus *architekturellen Innovationen* gesprochen. In diesem Fall werden vorhandene technologische Komponenten in neuer Weise so miteinander (re-)kombiniert, dass insgesamt ein neues Produkt oder ein neuer Prozess entsteht. Ein Beispiel hierfür ist der Ersatz großer Deckenventilatoren durch kleine und tragbare Tischventilatoren; die Grundkomponenten bleiben in beiden Fällen die gleichen, ihre Architektur ändert sich jedoch deutlich. Zugleich wird damit neues Wissen über technologische Gestaltungs- und Anwendungsmöglichkeiten gewonnen. Fraglos ist der Übergang zwischen den verschiedenen Innovationstypen realiter fließend (ebd.: 13), doch lassen sich mit dieser Differenzierung unterschiedliche innovationspolitische Ansatzpunkte und ökonomische Effekte verbinden, die weit über die einfache Dichotomie radikal vs. inkrementell hinausweist. Insbesondere verweisen neuere Forschungsergebnisse auf die hohe Relevanz architektureller Innovationen für Unternehmen des nicht-forschungsintensiven Sektors (Hirsch-Kreinsen 2008). Sie sind vielfach die zentrale Voraussetzung dafür, dass gerade traditionelle Unternehmen unter dem Druck einer intensiven Weltmarktkonkurrenz von einem deutschen Standort aus äußerst erfolgreich operieren können.

4. Breite Wissensbasis von Innovationen

4.1 Die Bedeutung praktischen Wissens

Der innovationspolitische Fokus auf Spitzentechnologie sieht konsequenterweise wissenschaftlich generiertes Wissen als die zentrale Voraussetzung für erfolgreiche Innovationen an. Damit wird jedoch die stets heterogene Wissensbasis von Innovationen übersehen. Denn die skizzierte Breite denkbarer und erfolgreicher Innovationen verdeutlicht, dass Innovationen kaum allein auf FuE-generiertem Wissen basieren. Vielmehr sind sehr unterschiedliche Wissensformen je nach konkretem Innovationstyp in unterschiedlicher Kombination relevant. Ein Hauptgrund für die verkürzte Sichtweise der innovationspolitischen Debatte liegt darin, dass der Begriff der FuE-Intensität sich auf einen Wissensbegriff stützt, der Innovationen über den messbaren Aufwand für Forschung und Entwicklung scheinbar zu definieren erlaubt (s.u.). Damit wird aber die industrielle und technologische Realität nicht wirklich erfasst.

Denn, wie schon gezeigt, sind die Wissensquellen für Innovationen in Industriezweigen und Unternehmen sehr unterschiedlich. Die einen betreiben eigene FuE-Abteilungen mit entsprechendem Aufwand, kreieren auf diesem Wege neues Wissen und werden insofern als FuE-intensiv erfasst und als innovativ angesehen. Die anderen schaffen neues Wissen und Innovationen, indem sie im Rahmen von Netzwerken mit anderen Unternehmen kooperieren und an deren Wissen partizipieren, ohne selbst einen hohen messbaren FuE-Aufwand zu betreiben. Mithin werden sie fälschlicherweise als nicht FuE-intensiv angesehen. Dabei zeigt die neuere Forschung, dass

kooperative Beziehungen zwischen Unternehmen in den letzten Jahren für industrielle Innovationen ganz offensichtlich immer wichtiger geworden sind (z.B. Rammert 1997; Gerybadze 2004). Gerade das undurchsichtige Zusammenspiel unterschiedlichster Wissensformen und die Fähigkeit einzelner Partner in einem solchen Netzwerk, dieses Zusammenspiel zu organisieren, sind vielfach die Voraussetzungen für Innovativität und ökonomischen Erfolg. Die Dynamiken und Synergien, die in solchen Innovationsnetzwerken anzutreffen sind, sind in der Regel jedoch kaum messbar zu erfassen.

Der Indikator der FuE-Intensität stellt im Gegensatz dazu auf wissenschaftliches und formalisiertes Wissen ab, wie es etwa von Ingenieuren und Wissenschaftlern in FuE-Abteilungen großer Unternehmen genutzt und entwickelt wird. Praktisches und implizites Wissen, das für Innovationsprozesse ebenfalls von Relevanz ist, ist mit diesem Indikator nicht erfassbar. Vernachlässigt werden damit nicht zuletzt auch Forschungsergebnisse aus dem Bereich des Wissensmanagements, die die hohe Relevanz impliziten Wissens für die Lern- und Innovationsfähigkeit von Unternehmen betonen und seine Nutzung und Überführung in explizites Wissen daher als ein zentrales Managementproblem ansehen (grundlegend z.B. Nonaka/Takeuchi 1997). Auch wird die kritische Debatte über die Probleme der Messbarkeit und Quantifizierbarkeit von Innovativität und Wissen ausgeblendet. Das zentrale Argument ist hier, dass diese Dimensionen auf Grund ihrer Multidimensionalität schwierig oder grundsätzlich nicht messbar seien (z.B. Smith 2005).⁵ Und schließlich ist auf neuere Forschungsergebnisse über Innovativität von nicht-forschungsintensiven Industrieunternehmen zu verweisen, die die hier große Bedeutung praktischen Wissens für erfolgreiche Innovationen betonen (Tunzelmann/Acha 2005; Hirsch-Kreinsen 2008). Angesprochen sind hiermit Wissensformen, die im Kontext laufender Arbeitsprozesse generiert werden. Es handelt sich dabei um ein komplexes Bündel verschiedener Wissens-elemente, das sowohl explizite, kodifizierte und formalisierte Elemente wie etwa Konstruktionszeichnungen und Pflichtenhefte für neue Produkte als vor allem auch implizite Elemente wie angesammelte Erfahrungen und eingespielte und bewährte Routinen bei der Lösung technischer Probleme umfasst. Letztere sind eng verknüpft mit alltäglicher Erfahrung und Prozessen des „learning by doing“ und „learning by using“, die eine typische individuelle wie aber auch kollektive Form des Erwerbs von praktischem Wissen darstellen. Konkret handelt es sich dabei um Kenntnisse und Erfahrungen etwa über Kundenverhalten, über Möglichkeiten, das Produktdesign um den entscheidenden „Tick“ weiter zu entwickeln oder über den ebenso effektiven wie effizienten Einsatz neuer High-tech Produktionsanlagen, die unverzichtbar für die Existenzsicherung und den ökonomischen Erfolg von Unternehmen sind. Die Träger dieses Wissens können dabei die verschiedensten Personen und Gruppen in einem Un-

⁵ Die Innovationsforschung hat ausgehend von dieser Kritik in den letzten Jahren eine Reihe weiterentwickelter und elaborierter Messkonzepte vorgelegt, die vor allem auf die Erfassung der verschiedenen Phasen eines Innovationsprozesses abstellen (z.B. Grupp 2007; 2008). Jedoch spielen diese in der innovationspolitischen Debatte bislang keine Rolle.

ternehmen vom Management über Techniker bis hin zu Produktionsbeschäftigten sein.

4.2 Verteilte Wissensbasis und kollektives Lernen

Die wachsende Bedeutung von kooperativen Innovationsbeziehungen zwischen verschiedenen Unternehmen verweist auf die Relevanz überbetrieblicher Ressourcen und Austauschbeziehungen für erfolgreiche Innovationen. Diese Thematik ist in vielerlei Hinsicht untersucht und diskutiert worden (zusammenfassend z.B. Edquist 1997; Fagerberg et al. 2005). Bezeichnet werden damit zwei in der Spitzentechnologiedebatte übersehene Zusammenhänge, die Innovationsverläufe sehr stark beeinflussen:

Zum einen ist die Bedeutung unternehmensexterner Wissensquellen für die Innovativität einzelner Unternehmen zu betonen. Diesen Zusammenhang spitzt die neuere Innovationsforschung zu und begreift die überbetrieblich „verteilte Wissensbasis“ als eine zentrale Ressource für Innovationsaktivitäten in den verschiedensten Wirtschaftssektoren (Robertson/Smith 2008). Auf diese Wissensbestände greifen Unternehmen über diverse formale und informelle Kanäle zu, adaptieren sie und nutzen sie für Innovationen. Vorliegende empirische Befunde sprechen dafür, dass hier insbesondere eine Hauptquelle für die vielfach unterschätzte Innovativität von nicht-forschungsintensiven Unternehmen liegt (Hirsch-Kreinsen 2008). Dabei handelt es sich um ein Set unterschiedlichster Wissensformen – von praktischem Wissen bis hin zu FuE-intensiven Wissen –, das von sehr verschiedenen Organisationen und Institutionen bereit gehalten wird. Beispiele für externe Quellen praktischen Wissens sind die Erfahrungen von Kunden über neue Markttrends und Nachfragetendenzen, Gutachten einschlägiger Berater oder bei Messebesuchen gewonnene Informationen über absehbare Markttrends. Weiterhin spielt hier die modeorientierte Gestaltung von Produkten durch spezialisierte Designerbüros eine recht wesentliche Rolle für erfolgreiche Absatzstrategien. Wichtige externe Wissensquellen sind außerdem Maschinenhersteller und Ausrüster, die theoretisch-wissenschaftlich generiertes Wissen als in Produktionstechnologien und Materialien inkorporiertes Wissen liefern und die für prozessbezogene Innovationsaktivitäten vielfach unverzichtbare Voraussetzung sind.

Zum zweiten wird damit auf den Aspekt der *Diffusion neuer Technologien und neuen Wissens* verwiesen. Es handelt sich dabei keineswegs um den bloßen Transfer neuer Technologien vom Entwickler hin zum Anwender. Von besonderer Innovationsrelevanz ist dabei vielmehr auch, wie das oben skizzierte rekursive Innovationsmodell nahe legt, der umgekehrte Prozess des Zurückspielens von Anforderungen und Erfahrungen der Anwender neuer Technologien zu den Entwicklern. Aus diesen wechselseitigen Beziehungen resultieren kollektive Lernprozesse, die für die Innovativität von Unternehmen, Wirtschaftssektoren und ganzer Volkswirtschaften unverzichtbar sind (z.B. Lundvall 1988; Hall 2005).

Dieser Diffusionsprozess ist insbesondere auch für die Innovationsfähigkeit von Unternehmen der Spitzentechnologie von außerordentlicher Bedeutung. Wie Robertson et al. (2003; 2007) zeigen, spielt hierbei der schlichte, aber oft übersehene ökonomische Umstand eine Rolle, dass die Gewinne aus verkauften neuen Technologien die zentrale Voraussetzung für die Amortisation und die Fortführung von FuE-Investitionen bei den forschungsintensiven Herstellern sind. Bestimmender Faktor hierfür ist die schnelle Diffusion neuer Technologien. Weiterhin sind für die Innovationsfähigkeit von Unternehmen der Spitzentechnologie technische und ökonomische Spezifizierungen von Anwenderunternehmen unabdingbar. Diese beeinflussen ihre Entwicklungsrichtung, insbesondere dann, wenn die Erfordernisse einzelner individueller Anwender denen möglichst vieler weiterer Anwender ähneln und auf diese Weise aus der Sicht der Hersteller ein breites Anwendungsfeld für komplexe neue Produkte eröffnet wird.⁶ Grosso modo können daher Anwenderunternehmen sowohl als wichtige „recipients“ neuer Technologien wie aber auch als „carriers“ ihrer Weiterentwicklung angesehen werden. Aus diesem Grund sind sie für die industrielle Innovationsfähigkeit insgesamt ein unverzichtbarer, verschiedene Industriesektoren verbindender Faktor.

Zusammengefasst, die Diffusion technologischer Innovationen induziert Lernprozesse in Hinblick auf ihre Anwendbarkeit und Notwendigkeiten der Weiterentwicklung, die, zurückgekoppelt an die ursprünglichen Entwickler, weitere Entwicklungsschritte veranlasst. Dabei kann es sich um die inkrementelle Weiterentwicklung existierender Technologien handeln, von diesen Rückkopplungsprozessen können aber auch Anstöße für grundlegend neue Innovationen ausgehen, wenn das Entwicklungspotential der bisherigen Technologie ausgeschöpft ist (Hall 2005). Als „bottleneck“ in diesem innovativen Kreislaufprozess erweist sich allerdings vielfach die Fähigkeit der Anwenderunternehmen sowohl neue Technologien zu adaptieren als auch ihre Erfahrungen zu den Entwicklern zurückzukoppeln, kurz der jeweiligen „Absorptiven Kapazität“ (Cohen/Levinthal 1990) der Anwenderunternehmen. Einerseits handelt es sich dabei um die Kompetenzen, neue Technologie erfolgreich zu adaptieren, d.h. sie auszuwählen, sie in bestehende Wissens- und Technologiebestände zu integrieren und diesen Implementationsprozess effektiv und effizient zu managen; andererseits geht es um Kooperationsfähigkeiten, d.h. sich insbesondere in friktionslose Entwickler-Anwender-Beziehungen einzuklinken zu können. Dieser Engpass ist insbesondere bei nicht-forschungsintensiven Unternehmen zu erwarten, da sie den, wie gezeigt, größten Industriesektor repräsentieren (Robertson/Patel 2007). Freilich, die auf FuE-Intensität fokussierte innovationspolitische Debatte thematisiert diese komplexen Zusammenhänge nicht und geht offensichtlich davon aus, dass sich die Diffusion neuer Technologien, die damit verbundenen Lernprozesse und die Bewältigung der

⁶ In historischer Perspektive fasst Rosenberg (1963) diesen Vorgang als „technologische Konvergenz“, und sieht darin einen entscheidenden Mechanismus des fortlaufenden Wachstums seit Beginn der Industrialisierung.

Absorptionsengpässe insbesondere in Unternehmen aus dem nicht-forschungsintensiven Sektor gleichsam naturwüchsig über Marktregulative einspielen.

5. Resümee

Resümierend lässt sich festhalten, dass angesichts der heterogenen Strukturen der Industrie- und Wirtschaftsstrukturen, der nur wenig eindeutigen Zusammenhänge zwischen FuE-Intensität und Wirtschaftswachstum und insbesondere angesichts der Ergebnisse der Innovationsforschung über die Komplexität der Prozesse technologischer Innovationen der politische Fokus auf Spitzentechnologien nur wenig überzeugend ist. Die Gleichsetzung von hoher FuE-Intensität, innovativen Technologien und ökonomischen Wachstum führt innovationspolitisch in die Irre, da sie wesentliche Bedingungen und Mechanismen, die erfolgreiche Innovationen bestimmen, ausblendet.

So belegen die Befunde und Forschungsergebnisse über die Bedeutung der verteilten Wissensbasis und der Prozesse kollektiven Lernens für Innovationen die wichtige Rolle, die die Diffusionsprozesse von Wissen in modernen Ökonomien spielen. Einzelne spitzentechnologische Erfindungen reichen allein keinesfalls aus, um nachhaltige Wohlstandssteigerungen zu bewirken. Vielmehr müssen diese sich zugleich über die ganze Breite der Wirtschaft verteilen. Im Allgemeinen bedeutet dies, dass *Wissen* schnell diffundieren muss – manchmal in Maschinen inkorporiert, manchmal als explizites FuE-basiertes Wissen und manchmal als nur schwer explizierbares und transferierbares praktisches Wissen (Robertson/Patel 2007, S. 248f.).

Die Quellen, Typen, Nutzungsformen und Diffusionsprozesse von neuen Technologien und Wissen variieren dabei offenbar stark und erfordern bei innovationspolitischen Maßnahmen eine ähnliche Vielfalt. Daher kann keinesfalls davon ausgegangen werden, dass es einen innovationspolitischen „one-best-way“ mit dem Fokus auf Spitzentechnologien gibt. Die deutsche Innovationspolitik sollte vielmehr systematisch auf die spezifischen Besonderheiten des deutschen Innovationssystems eingehen und seine Breite, Heterogenität und spezifischen Wechselwirkungen verstärkt in den Blick nehmen. Der mit der Hightech-Strategie der Bundesregierung angestrebte Politikwechsel und eine verstärkte „missionsorientierte“ Innovationsstrategie zu Lasten einer „Breitenorientierung“ der Politik (EFI 2008, S. 45f.) werden diesen Bedingungen nicht gerecht. Zugespitzt formuliert, Innovationspolitik, die FuE fördert, jedoch Diffusionsprozesse insbesondere zu nicht-forschungsintensiven Sektoren übersieht, konterkariert ihre eigenen Zielsetzungen. Denn sie vernachlässigt, dass inkrementelle Veränderungen, die im nicht-forschungsintensiven Sektor entstehen, selbst eine wichtige Rolle für Produktivitätszuwächse und bei der Stimulierung der Entwicklung FuE-intensiver Produkte und wissensintensiver Dienstleistungen spielen. Hieraus folgt, dass die Politik auf Erfindungen *und* auf Diffusion abheben sollte und dass politische Maßnahmen direkt auf den nicht-forschungsintensiven Sektor ausgerich-

tet sein sollten. Zudem sollten sich die Maßnahmen insbesondere auch auf eine Steigerung der Fähigkeit der großen Zahl nicht-forschungsintensiver Unternehmen aus den unterschiedlichsten Branchen richten, neue Technologien kompetent zu adaptieren und die dabei gesammelten Erfahrungen zugleich in den Innovationskreislauf zurückzuspielen. Denn wie gezeigt handelt es sich dabei um einen wesentlichen Engpass der Innovationskette in ihrer Gesamtheit.

Wie lässt sich aber angesichts der widersprüchlichen Kontextbedingungen dieser Fokus auf Spitzentechnologie erklären? Ganz offensichtlich weist er nicht nur für die beteiligten Akteure, sondern auch für die weitere Öffentlichkeit eine überaus hohe Attraktivität auf. Diese Situation ist Resultat des Zusammenspiels einer Reihe sehr unterschiedlicher Bedingungen und Faktoren, auf die abschließend knapp hingewiesen sei. Aus der Sicht der maßgeblichen politischen Akteure verbinden sich mit der Perspektive Spitzentechnologie eine ganze Reihe unbestreitbarer Vorzüge: erstens suggeriert dieser Fokus entsprechend der Logik des linearen Innovationsmodells im FuE- und wissensintensiven Wissenschafts- und Wirtschaftssektor einen relativ eindeutig definierbaren Ansatzpunkt für politische Maßnahmen. Entsprechend wachstumstheoretischer Begründungen verspricht er zudem erkennbare und kalkulierbare ökonomische Effekte. Gestützt wird diese Sicht von der Quantifizierbarkeit dieser Zusammenhänge, die die Auffassung über ihre Objektivität und Eindeutigkeit noch stützt. Hier spielt insbesondere der Indikator der FuE-Intensität eine Schlüsselrolle, insofern er erlaubt, normative und politische Ziele mit statistischen Daten zu verknüpfen und zu begründen (Godin 2004). Zweitens bietet dieser Ansatz die Möglichkeit, innovationspolitische Maßnahmen in der Öffentlichkeit sichtbar zu machen und in der Öffentlichkeit leicht zu vermitteln. Der Verweis auf hohe FuE-Ausgaben und die staatlicher Förderung wissenschaftsbasierter Leitaktivitäten, die die Lösung viel diskutierter gesellschaftlicher Problemlagen versprechen, trifft medial in der Regel auf großes Interesse. Hingegen umfasst eine breitenorientierte Innovationspolitik notwendigerweise eine größere Zahl heterogener Maßnahmen und Projekte, die politisch wenig „sensationell“ sind und daher kaum öffentlichkeitswirksam transferiert werden können. Drittens findet diese Politik naturgemäß die Unterstützung einflussreicher gesellschaftlicher Akteure. Zu nennen sind hier vor allem eine Vielzahl von Hightech-Unternehmen und der entsprechenden Unternehmensverbände und der einschlägigen naturwissenschaftlichen und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen. Darüber hinaus konvergiert sie, wie gezeigt, mit vorherrschenden wirtschaftswissenschaftlichen Auffassungen über die Voraussetzungen wirtschaftlichen Wachstums. Viertens entspricht diese nationale Innovationspolitik den politischen Zielen der EU, die spätestens seit der sog. Lissabon-Agenda aus dem Jahre 2000 die EU zur „dynamischsten und wettbewerbsfähigsten wissensbasierten Wirtschaftsregion der Welt“ machen will. Messgröße und Basis der Argumentation ist auch hier die Steigerung der FuE-Intensität (Hahn 2007). Fünftens taugt dieser Politikansatz in hervorragender Weise zur Legitimationsbeschaffung für Politik. Denn er greift die in der Öffentlichkeit vor-

herrschende Auffassung auf, dass allein über Forschung und Entwicklung der zukünftige Wohlstand gesichert werden kann. Diese Auffassung basiert vor allem auf der in den industrialisierten Ländern bis in die 1950er Jahre zurückreichenden Debatten über den Erhalt und die Steigerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit einzelner Länder. Wie angesprochen, steht in diesem Kontext vor allem auch die Genese und internationale Verbreitung des Schlüsselindikators der FuE-Intensität vor allem durch die OECD (Godin 2004). Anders formuliert, Hightech-Innovationen gelten in der Öffentlichkeit seitdem als zentrale Ansatzpunkte zur Zukunftssicherung, wobei sie zugleich eine relativ verbreitete unspezifische Technikfaszination ansprechen. Davon abweichende Auffassungen gelten schnell als unmodern und überholt – und welcher Politiker will sich diesen Vorwurf schon einhandeln? Insgesamt hat sich ganz offensichtlich damit eine relativ stabile innovationspolitische Konstellation herausgebildet, die die Ausrichtung auf Spitzentechnologie weiter intensiviert. Es steht daher zu vermuten, dass diese Programmatik trotz einflussreicher Widerstände (z.B. VDMA 2008) kontinuierlich entlang der vorgezeichneten Bahnen weiterentwickelt wird.

Literatur

Arnold, L. 1997: Wachstumstheorie, München

Belitz, H.; Clemens, M.; Gornig, M. 2008: Wirtschaftsstrukturen und Produktivität im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 2-2008, DIW Berlin

Bender, G.; Jacobson, D.; Robertson, P.L. (eds.) 2005: Non-Research-Intensive Industries in the Knowledge Economy, Perspectives on Economic Political and Social Integration, Special Issue I, Catholic University, Lublin/PL

BMBF 2006: Die Hightech-Strategie für Deutschland, Bonn/Berlin

Cohen, W.M.; Levinthal, D.A. 1990: Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), pp. 128-152

EFI (Expertenkommission Forschung und Innovation) 2008: Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit 2008, Berlin

Edquist, C. 2005: Systems of Innovation. In: Fagerberg, J.; Mowery, D.; Nelson, R. R. (eds.): *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, pp. 181-208

Fagerberg, J. 2005. Innovation: A Guide to the Literature. In: Fagerberg, J.; Mowery, D.; Nelson, R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, pp. 1-27

Gehrke, B.; Legler, H.; unter Mitarbeit von Leidmann, M. 2007: Forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige in Deutschland: Produktion, Wertschöpfung, Beschäftigung und Qualifikationserfordernisse, Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 9-2008, Hannover, November

- Gerybadze, A. 2004: Technologie- und Innovationsmanagement, München
- Godin, B. 2004: The obsession for competitiveness and its impact on statistics: the construction of high-technology indicators. *Research Policy* 33 (8), pp. 1217-1229
- Grupp, H. 1998: *Foundations of the Economics of Innovation*, Cheltenham
- Grupp H. 2007: Typology of science and technology indicators. In: Hanusch, H.; Pyka, A. (eds.), *Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics*, Cheltenham, pp. 503-524
- Grupp, H. 2008: The moral economy of technology indicators - Critical comments. In: Hirsch-Kreinsen, H.; Jacobson, D. (Hrsg.), *Innovation in Low-tech Firms and Industries*, Cheltenham (im Erscheinen, 2008)
- Hahn, K. 2007: Der Lissabon-Prozess: Das Innovationskonzept und die Auswirkungen auf die Politikgestaltung, Soziologisches Arbeitspapier Nr. 20, mimeo, TU Dortmund
- Hall, B.H. 2005: Innovation and Diffusion. In: Fagerberg, J.; Mowery, D.; Nelson, R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, pp. 459-484
- Henderson, R. M.; Clark, K. B. 1990: Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), pp. 9-30
- Hirsch-Kreinsen, H. 2008: „Low-Tech“ Innovations. *Industry & Innovation*, Vol. 15, February, S. 19-43
- IW Consult 2006: Studie: Beschäftigungsperspektive M+E, Köln, Oktober
- Jones, C. 1995: R&D Based Models of Economic Growth. *Journal of Political Economy* 103 (4), pp. 759-784
- Kaloudis, A.; Sandven, T.; Smith, K. 2005: 'Structural change, growth and innovation: the roles of medium and low-tech industries 1980-2000'. In G. Bender; Jacobson, D.; Robertson, P.L. (eds.), *Non-Research-Intensive Industries in the Knowledge Economy, Perspectives on Economic Political and Social Integration*, Special Issue I, Catholic University, Lublin/PL
- Kirner, E.; Kinkel, S.; Jäger, A. 2007: Innovationspfade von Low-, Medium- und High-tech-Unternehmen in der deutschen Industrie. In: Abel, J.; Hirsch-Kreinsen, H. (Hrsg): *Lowtech-Unternehmen am Hightech-Standort*, Berlin, S. 173-202
- Kline, S. J.; Rosenberg, N. 1986: An overview of innovation. In: Landau, R.; Rosenberg, N. (eds.), *The Positive Sum Strategy - Harnessing Technology for Economic Growth*. Washington, pp. 275-305
- Legler, H.; Frietsch, R. 2006: Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft – forschungsin-tensive Industrieb und wissensintensive Dienstleistungen (NIW/ISI-Listen 2006), *Studien zum deutschen Innovationssystem*, Nr. 22-2007, Hannover/Karlsruhe

- Lundvall, B.-A 1988: Innovation as an Interactive Process – from User-Producer Interaction to the National system of Innovation. In: Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G.; Soete, L. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, London
- McKinsey 2008: *Deutschland 20/20. Zusammenfassung der Studienergebnisse*, mimeo, Frankfurt
- Mowery, D. C.; Rosenberg, N. 1998: *Paths of Innovation*, Cambridge
- Nonaka, I.; Takeuchi, H. 1997: *Die Organisation des Wissens*, Frankfurt/M.
- OECD 1997: *Oslo Manual. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, 2nd ed., Paris
- OECD 2002: *Frascati Manual. Proposed Standard for Surveys on Research and Experimental Development*, Sixth revision, Paris
- Rammert, W. 1997: Innovation im Netz. Neue Zeiten für technische Innovationen: heterogen verteilt und interaktiv vernetzt. *Soziale Welt* 48 (4), S. 397-416
- Robertson, P.L.; Pol, E.; Carroll, P. 2003: Receptive Capacity of Established Industries as a Limiting Factor in the Economy's Rate of Innovation. *Industry & Innovation* 10 (4), pp. 457-474
- Robertson, P.L.; Patel, P.R. 2007: Neuer Wein in alten Schläuchen – Technologische Diffusion in entwickelten Ökonomien. In: Abel, J.; Hirsch-Kreinsen, H. (Hrsg.), *Lowtech-Unternehmen am Hightech-Standort*, Berlin, S. 239-264
- Robertson, P.L.; Smith, K. 2008: Technological Upgrading and Distributed Knowledge Bases. In: Hirsch-Kreinsen, H.; Jacobson, D. (Hrsg.): *Innovation in Low-tech Firms and Industries*, Cheltenham (im Erscheinen, 2008)
- Smith, K. 2005: Measuring Innovation. In: Fagerberg, J.; Mowery, D.C.; Nelson, R.R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, pp. 148-177
- Rosenberg, N. 1963: Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840 – 1910. *Journal of Economic History* 23 (4), pp. 414-446
- Statistisches Bundesamt 1997/2004/2008: *Produzierendes Gewerbe, Beschäftigte, Umsatz und Investitionen der Unternehmen und Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden; Fachserie 4 Reihe 4.1.1*, Wiesbaden
- Tunzelmann von, N.; Acha, V. 2005: Innovation in "Low-Tech" Industries. In: Fagerberg, J.; Mowery, D.C.; Nelson, R.R. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, pp. 407-432
- VDMA 2008: *Maschinenbau – stark in der Forschung und Garant für Innovation! Stellungnahme zum Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer*, mimeo, Frankfurt/M

Verspagen, B. 2005: Innovation and Economic Growth. In: Fagerberg, J.; Mowery, D.C.; Nelson, R.R. (eds.), The Oxford Handbook of Innovation, Oxford, pp. 487-513

Wengenroth, U. 2007: Innovationskultur in Deutschland, mimeo, 12.12.2007

Bereits erschienene Soziologische Arbeitspapiere

- 1/2003 Hartmut Hirsch-Kreinsen, David Jacobsen, Staffan Laestadius, Keith Smith
Low-Tech Industries and the Knowledge Economy: State of the Art and Research Challenges
(August 2003)
- 2/2004 Hartmut Hirsch-Kreinsen
"Low-Technology": Ein innovationspolitisch vergessener Sektor
(Februar 2004)
- 3/2004 Johannes Weyer
Innovationen fördern – aber wie? Zur Rolle des Staates in der Innovationspolitik
(März 2004)
- 4/2004 Konstanze Senge
Der Fall Wal-Mart: Institutionelle Grenzen ökonomischer Globalisierung
(Juli 2004)
- 5/2004 Tabea Bromberg
New Forms of Company Co-operation and Effects on Industrial Relations
(Juli 2004)
- 6/2004 Gerd Bender
Innovation in Low-tech – Considerations based on a few case studies in eleven European countries
(September 2004)
- 7/2004 Johannes Weyer
Creating Order in Hybrid Systems. Reflexions on the Interaction of Man and Smart Machines
(Oktober 2004)
- 8/2004 Hartmut Hirsch-Kreinsen
Koordination und Rationalität
(Oktober 2004)

- 9/2005 Jörg Abel
Vom Kollektiv zum Individuum? Zum Verhältnis von Selbstvertretung und kollektiver Interessenvertretung in Neue Medien-Unternehmen (Juli 2005)
- 10/2005 Johannes Weyer
Die Raumfahrtspolitik des Bundesforschungsministeriums (Oktober 2005)
- 11/2005 Horst Steg
Transnationalisierung nationaler Innovationssysteme (Dezember 2005)
- 12/2006 Tobias Haertel
UsersAward: Ein Beitrag zur optimalen Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen in der Logistik (Februar 2006)
- 13/2006 Doris Blutner, Stephan Cramer, Tobias Haertel
Der Mensch in der Logistik: Planer, Operateur und Problemlöser (März 2006)
- 14/2006 Johannes Weyer
Die Zukunft des Autos – das Auto der Zukunft. Wird der Computer den Menschen ersetzen? (März 2006)
- 15/2006 Simone Reineke
Boundary Spanner als Promotoren des Wissensmanagementprozesses (Juli 2006)
- 16/2006 Johannes Weyer
Die Kooperation menschlicher Akteure und nicht-menschlicher Agenten. Ansatzpunkte einer Soziologie hybrider Systeme (Juli 2006)
- 17/2006 Jörg Abel/Sebastian Campagna/Hartmut Hirsch-Kreinsen (Hg.)
Skalierbare Organisation
- Überlegungen zum Ausgleich von Auftragsschwankungen - (August 2006)

- 18/2006 Tabea Bromberg
Engineering-Dienstleistungen in der Automobilindustrie:
Verbreitung, Kooperationsformen und arbeitspolitische Konsequenzen
(Mai 2007)
- 19/2006 Hartmut Hirsch-Kreinsen
Lohnarbeit
(September 2007)
- 20/2008 Katrin Hahn
Der Lissabon-Prozess: Das Innovationskonzept und die
Auswirkungen auf die Politikgestaltung
(März 2008)
- 21/2008 Anja J. Lorenz/ Johannes Weyer (Hrsg.)
Fahrerassistenzsysteme und intelligente Verkehrssteuerung.
Soziologische Analysen hoch automatisierter Verkehrssysteme
(Juni 2008)