



Ulrich Dolata

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

Veränderte Rahmenbedingungen, institutionelle Transformationen und politische Gestaltungsmöglichkeiten

Sind nationale Technologie- und Innovationspolitiken unter den Bedingungen einer zunehmenden Internationalisierung von Wissen, Technologien und industriellen Innovationsstrategien noch zeitgemäß? Der Aufsatz gibt einen breiten Überblick über den Forschungsstand zum Thema und vertritt die These, dass die Technologie- und Innovationspolitiken der führenden Industriestaaten trotz Europäisierung und Globalisierung die wesentliche Ebene der Politikgestaltung geblieben sind und nach wie vor über strukturbildende Gestaltungspotenziale verfügen. Die These wird in vier Schritten entwickelt: Zunächst wird ein knapper Überblick über die Diskurse zur Technologie- und Innovationspolitik und zur politischen Techniksteuerung gegeben. Daran anschließend wird der Blick auf veränderte technologische, ökonomische, zivilgesellschaftliche und politische Rahmenbedingungen, auf die sich die Technologie- und Innovationspolitik zu beziehen hat, gerichtet. Vor diesem Hintergrund wird das Verhältnis von nationaler und europäischer Politik ausgelotet – und insbesondere der Frage nachgegangen, ob in diesem Politikfeld eine signifikante Verlagerung von Kompetenzen und Ressourcen von der nationalen auf die europäische Ebene zu beobachten ist. Schließlich wird mit Blick auf die Bundesrepublik erörtert, mit welchen neuen Ansätzen die Technologie- und Innovationspolitik auf insbesondere durch Globalisierungsprozesse veränderte Rahmenbedingungen reagiert und über welche Gestaltungsperspektive sie dabei verfügt.

MPIfG Journal Article

Ulrich Dolata: Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb: Veränderte Rahmenbedingungen, institutionelle Transformationen und politische Gestaltungsmöglichkeiten. In: Zeitschrift für Politikwissenschaft 16(2), 427–455 (2006).

The MPIfG Journal Articles series features articles by MPIfG researchers published in peer-reviewed scholarly journals as well as articles by visiting researchers written at the institute. | Max Planck Institute for the Study of Societies (MPIfG) Cologne | www.mpifg.de



Ulrich Dolata

Inhalt

1. Diskurse und Kontroversen: Globalisierung, Mehrebenendifferenzierung und politische Technikgestaltung	428
2. Kontexte: Unfassbare Technologien, internationale Innovationsverläufe, irritierende Öffentlichkeit und politische Unübersichtlichkeit	430
a) Unfassbare Technik	431
b) Internationale Ökonomie	432
c) Irritierende Öffentlichkeit	436
d) Ausdifferenzierte Politik	437
3. Architekturen: Europäische Integration, nationale Innovationssysteme und zwischenstaatliche Standortkonkurrenzen	438
a) Europäische Integration?	438
b) Nationale Innovationssysteme und zwischenstaatliche Standortkonkurrenzen	441
4. Profile: Neujustierungen nationaler Technologie- und Innovationspolitiken	443
a) Grenzen des Staatseinflusses und der klassischen Forschungs- und Technologiepolitik	443
b) Konturen und Gestaltungspotenziale einer neujustierten Technologie- und Innovationspolitik	444
c) Erosion oder Transformation nationaler Politiken?	447
Literatur	450

1. *Diskurse und Kontroversen: Globalisierung, Mehrebenendifferenzierung und politische Technikgestaltung*

Die Sicherung der technologischen Leistungsfähigkeit, die Förderung neuer Technologien und die Unterstützung von Innovationsprozessen gehören seit langem zum Kernbestand nationaler Technologie- und Innovationspolitiken. Was können sie heute noch leisten? Über welche Handlungsspielräume und Gestaltungsperspektiven verfügen sie angesichts einer signifikanten Internationalisierung der Innovationsverläufe und einer Mehrebenendifferenzierung des Politikfeldes selbst?

Diese Fragen werden seit ca. 15 Jahren vor allem im Umfeld der politikwissenschaftlichen Technikforschung diskutiert.¹ Am Beginn der Debatte stand eine klare Revision: Die lange Zeit gepflegte „Konzeption des kohärenten und von außen in Wirtschaft und Gesellschaft intervenierenden Staates“ (Simonis 1992: 18) und mit ihr die „Vorstellung, der Staat würde den technischen Fortschritt gar ‚steuern‘“ (Meyer-Krahmer 1999: 45) –

1 Vgl. aus der deutschen Debatte Grimmer u. a. 1992; Martinsen/Simonis 1995; Gerybadze u. a. 1997; Grimmer u. a. 1999; Simonis u. a. 2001; Grande 2001a.

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

ein Staatsverständnis, das in der Planungs- und Reformeuphorie der siebziger Jahre sehr populär war (z. B. Hauff/Scharpf 1975) – ist in den achtziger Jahren von der Realität verworfen und in den neunziger Jahren auch von der Technikforschung zu den Akten gelegt worden.

Stattdessen wird seither dreierlei betont:

- Erstens sei der Staat im technologischen Geschehen nur ein Mitspieler neben gewichtigen anderen, der in seiner Entscheidungsfindung überdies systematisch auf die Expertise und verhandlungsorientierte Abstimmungsprozesse mit außerstaatlichen Akteuren – insbesondere mit der Wirtschaft und der Wissenschaft – angewiesen sei. Die Konzeption eines in technologie- und innovationspolitischen Entscheidungen autonomen und anordnenden Staates wurde zugunsten der Idee eines – wahlweise – kooperativen, interaktiven, lernenden oder verhandelnden Staates fallengelassen.²
- Damit ging zweitens eine mehr oder minder ausgeprägte Rücknahme staatlicher Gestaltungsansprüche einher. Der Staat sei nicht in der Lage, zunehmend komplexe technologische Innovationsprozesse zu planen und zu steuern, sondern könne bestenfalls Rahmenbedingungen für in wachsendem Maße selbstorganisierte außerstaatliche Forschungs- und Innovationsaktivitäten setzen. Die Idee einer Kontextsteuerung, die über „weiche“ Instrumente Anreize für Wirtschaft und Wissenschaft anbietet und kooperativ erarbeitet wird, hat folgerichtig Konzepte einer aktiven und interventionistischen Technologie- und Innovationspolitik abgelöst (Larédo/Mustar 2001; Archibugi u. a. 1999).
- Drittens schließlich wird allenthalben betont, dass die Binnenkomplexität des Politischen in den vergangenen zwei Jahrzehnten zugenommen habe und also nationale Politiken mit der Europäisierung und Regionalisierung ihre Exklusivität als steuernde (besser: mitgestaltende) Zentren der Technologie- und Innovationspolitik verloren hätten. Der analytische Blick hat sich dementsprechend verschoben: von der lange Zeit vorherrschenden Fixierung auf nationale Technologie- und Innovationspolitiken hin zur Untersuchung der Europäisierung und Mehrebenenverflechtung dieses Politikfeldes.³

Unterhalb der Oberfläche dieser stilisierten Fakten beginnen die Kontroversen. Dies gilt insbesondere für die zwei Fragen, deren Diskussion im Zentrum dieses Aufsatzes steht.

Dies ist zum einen die Frage nach der Rollen- und Kompetenzverteilung der politischen Instanzen im Rahmen des Mehrebenensystems. Unterminieren und ersetzen die Europäisierung und Regionalisierung innovationspolitischer Aktivitäten sukzessive nationalstaatliche Politikansätze? Oder bleibt die nationalstaatliche die dominante Politikenebene im Rahmen des Mehrebenensystems? Normativ gewendet: Ist eine „much stronger, more focused and integrated policy for industry and technology“ im Rahmen der Europäischen Union notwendig, um den Herausforderungen der Globalisierung und der Technologiekonkurrenz zu führenden außereuropäischen Ländern gerecht zu werden? (Chesnais u. a. 2000, hier: 249; EU-Commission 2000) Oder basiert die technologische Wettbe-

2 Grande 2001c; Braun 1997; Martinsen 1995.

3 Borrás 2003; Edler u. a. 2003; Peterson/Sharp 1998.

Ulrich Dolata

werbsfähigkeit Europas auch heute in erster Linie auf der Leistungsfähigkeit und den infrastrukturellen Voraussetzungen ihrer führenden Mitgliedstaaten, die dann vornehmlich auch dort politisch zu gestalten wären?

Wenn Letzteres wie in diesem Aufsatz bejaht wird, dann stellt sich zum anderen die Frage nach den Handlungsspielräumen und Gestaltungspotenzialen des Nationalstaates unter veränderten, vor allem durch Internationalisierungsprozesse geprägten Rahmenbedingungen. Sind wir Zeugen einer durch die Globalisierung von Wissen, Technologie, Märkten und industriellen Aktivitäten vorangetriebenen „Ortlosigkeit“ von Innovationszusammenhängen und einer „Auflösung der nationalstaatlich organisierten Gesellschaften“?⁴ Oder lassen sich trotz Internationalisierung auch heute distinkte Innovationsräume im Rahmen je spezifischer nationaler Politik- und Innovationssysteme identifizieren?⁵ Kann eine readjustierte nationale Technologie- und Innovationspolitik gestaltungsfähig bleiben?⁶ Oder haben die Veränderungen der vergangenen zwei Jahrzehnte zu einer nachhaltigen „Erosion des staatlichen Steuerungspotentials in der Forschungs- und Technologiepolitik“ (Grande 1994, 2001b), der ihre Adressaten abhanden gekommen sind, geführt?

Diese Fragen werden in drei Schritten abgearbeitet: Zunächst werden wesentliche strukturelle Veränderungen des Technisierungs- und Innovationsprozesses der vergangenen zwei Jahrzehnte skizziert und deren Rückwirkungen auf die staatliche Technologie- und Innovationspolitik herausgearbeitet. Daran anschließend wird vor dem Hintergrund der im Jahr 2000 gestarteten EU-Initiative zu einer „European Research Area“ das Verhältnis von nationaler und europäischer Politik ausgelotet und begründet, warum eine signifikante Verlagerung politischer Kompetenzen und Ressourcen von der nationalen auf die europäische Ebene bislang nur ansatzweise zu beobachten ist. Vor diesem Hintergrund wird schließlich mit Blick auf die Bundesrepublik erörtert, mit welchen neuen Ansätzen und Instrumenten die nationale Technologie- und Innovationspolitik auf die veränderten Rahmenbedingungen reagiert und über welche Gestaltungspotenziale sie dabei verfügt.

2. *Kontexte: Unfassbare Technologien, internationale Innovationsverläufe, irritierende Öffentlichkeit und politische Unübersichtlichkeit*

Seit den achtziger Jahren sind die staatlichen Technologie- und Innovationspolitiken der hoch entwickelten Länder in der Tat mit gravierend veränderten Rahmenbedingungen und Handlungsanforderungen konfrontiert. Vier wesentliche Prozesse sind dafür verantwortlich.

4 Willke 2001, hier: 110; auch etwa: Ohmae 1990, 1995; Cairncross 1997.

5 Z. B. Porter 1989; Nelson 1993; Mowery/Nelson 1999.

6 Gerybadze u. a. 1997; Meyer-Krahmer 1999; Archibugi/Iammarino 1999.

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

a) *Unfassbare Technik*

Die wissenschaftlich-technische Basis der führenden Industrieländer selbst hat sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten grundlegend verändert. Dies ist vor allem dem rasanten Vordringen neuer Informations- und Kommunikationstechniken geschuldet, deren universelle Verwendungsmöglichkeiten tief greifende Restrukturierungsprozesse in nahezu allen Bereichen der Ökonomie und Gesellschaft angestoßen haben. Daneben gewinnen vor allem mit der Biotechnologie und den Life Sciences, aber auch etwa mit der Mikro- und Nanotechnologie weitere neue und wissensintensive Querschnittstechnologien sukzessiv praktische und ökonomische Bedeutung.

Typisch für diese neuen Querschnittstechnologien sind

- ihr dynamischer und fluider Status: Sie haben enorme, oft allerdings kaum verlässlich antizipierbare Entwicklungs- und Anwendungspotenziale und bergen für alle Beteiligten zum Teil extreme Unsicherheiten;
- ihr in vielen Bereichen dezentraler und fragmentierter Charakter: Sie entstehen, anders als klassische Großtechnologien, an zahlreichen Orten, werden von einer großen Zahl beteiligter Akteure vorgebracht und in zahllosen Zusammenhängen zum Teil sehr spezifisch verwendet;
- ihr wissensbasiertes und disziplinübergreifendes Profil: Sie sind in aller Regel wissensintensiv und multidisziplinär, erfordern einen intensiven Austausch zwischen Industrie und Wissenschaft und haben den Trend zu einer Akademisierung auch der industriellen Forschung und Entwicklung befördert;
- ihre Staatsferne: Sie entwickeln sich, anders als klassische Großtechniken, vornehmlich marktförmig und werden vor allem von privaten Unternehmen, industriellen und industriell-akademischen Kooperationsgeflechten getragen;
- ihre internationale Dimension: Die Innovationsverläufe und -konkurrenzen sind in diesen neuen Hochtechnologie-sektoren weit stärker als früher international miteinander verzahnt (Dolata 1992, 2003).

Schon diese typischen Merkmale der neuen Technikfelder haben beträchtliche Konsequenzen für die staatliche Politik. Deren direkter Einfluss auf die neuen technologischen Dynamiken und Entwicklungsrichtungen ist gering. Anders als bei der Förderung von Großtechnologien tritt der Staat in diesen Fällen weder als unabkömmlicher Finanzier und Garant kapital- und organisationsintensiver Großprojekte noch als exklusiver Abnehmer dieser Technologien auf. Und er hat es in den meisten Fällen nicht mehr mit einer überschaubaren Zahl gut eingeführter Akteure aus Industrie und Wissenschaft zu tun. Technikentwicklung und -nutzung werden in den neuen Gebieten vornehmlich im Rahmen selbst organisierter Prozesse vorgebracht, die von den Aktivitäten und Bewegungsformen einer großen Zahl heterogener außerstaatlicher Akteure und fluider Netzwerke getragen und geprägt werden (Mowery/Nelson 1999).

Auch unter diesen Bedingungen wird eine aktiv gestaltende staatliche Politik nicht obsolet. Sie ist mit keineswegs trivialen neuen Handlungsanforderungen konfrontiert, die nur durch sie eingelöst werden können – etwa mit neuartigen rechtlichen Regelungsbedarf-

Ulrich Dolata

fen (z. B. im Umfeld der Gentechnik, der Softwareentwicklung oder des Internets), mit veränderten Bildungs-, Ausbildungs- und Arbeitsmarktanforderungen, mit Restrukturierungserfordernissen der Wissenschaftssysteme oder mit den durch neue Technologien angestoßenen Veränderungen regionaler und sektoraler Industriestrukturen (Archibugi/Iammarino 1999). Staatliche Rahmensetzungen welcher Art auch immer – Forschungsprogramme, Rechtsetzungen, bildungs- und wissenschaftspolitische oder wirtschafts-, innovations- und regionalpolitische Initiativen – lassen sich in diesen wissensintensiven, dezentralen und staatsfernen Technikfeldern, deren komplexe und eigendynamische Entwicklung von der Politik allein kaum noch überblickt, geschweige denn gezielt gesteuert werden kann, allerdings nur noch in systematischer Abstimmung mit den involvierten außerstaatlichen Akteuren konzipieren und umsetzen, wenn sie nicht ins Leere laufen sollen (Etzkowitz/Leydesdorff 2000).

Dementsprechend haben sich die Abhängigkeiten der fachlich und konzeptionell oft überforderten Politik von externer Beratung, Expertise und Einflussnahme erneuert: Der kooperative und verhandelnde Staat hat in der Technologie- und Innovationspolitik auch jenseits machtbasierter externer Einflussnahmen eine starke objektivierbare, den typischen Merkmalen der neuen Technologien selbst geschuldete Grundlage. Er steht dabei zugleich vor der Herausforderung, über die klassischen Formen korporatistischer (oder klientelistischer) Abstimmung mit den mächtigen Großunternehmen, Wirtschafts- und Wissenschaftsverbänden hinausgehend auch die Expertise und Ressourcen neuer Akteure des Innovationsprozesses (wie z. B. Start-up-Firmen) systematisch in die politische Beratung, Aushandlung und Entscheidungsfindung zu integrieren.

b) Internationale Ökonomie

Darüber hinaus sind die staatlichen Technologie- und Innovationspolitiken mit gravierenden Veränderungen der industriellen Innovationsaktivitäten und -muster konfrontiert. Drei neue Trends sind in diesem Zusammenhang für die strategische Grundausrichtung der Politik besonders relevant: die sukzessive Internationalisierung der Innovationsaktivitäten insbesondere der Großunternehmen, die zunehmende Kooperationsorientierung der Unternehmen vor allem in neuen Hochtechnologiesektoren sowie die Etablierung von technologieorientierten Start-up-Firmen als neuem Unternehmenstyp des Innovationsprozesses.

Die Internationalisierung der industriellen Innovationstätigkeit, vor allem die internationale Ausdifferenzierung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (FuE) der Unternehmen hat in den vergangenen zwei Jahrzehnten signifikant zugenommen. Dieser Trend ist sowohl quantitativ als auch qualitativ besonders bedeutsam in wissensintensiven neuen Technologiefeldern (wie z. B. der Biotechnologie und Pharmazie, der Computer-, Informations- und Halbleitertechnik). Die in diesen Bereichen tätigen deutschen Unternehmen verwenden mittlerweile nicht nur einen beträchtlichen Teil ihrer FuE-Aufwendungen im Ausland – die ausländischen FuE-Aufwendungen der deutschen Chemie- und Pharmaindustrie z. B. machen mittlerweile gut 40 % ihrer gesamten FuE-Aufwendungen aus; für Großunternehmen wie Siemens oder DaimlerChrysler gilt Ähnliches (BMBF 2002b: 123-

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

138; Belitz 2004: 18-25).⁷ Sie betreiben überdies dort zunehmend Spitzenforschung in konzerneigenen Forschungs- und Entwicklungszentren – und nicht mehr vornehmlich nachträgliche Entwicklungsarbeiten, mit denen im Heimatland entwickelte Produkte und Verfahren lediglich an die spezifischen Erfordernisse der jeweiligen Zielmärkte angepasst werden.⁸

Gleichwohl kann in diesem Zusammenhang von einer „durch Örtlichkeit nicht mehr bestimmten Wirtschaftsgesellschaft“ (Willke 2001: 37), einer „Borderless World“ (Ohmae 1990) oder einem „Death of Distance“ (Cairncross 1997) keine Rede sein – auch nicht als Prognose für die nähere Zukunft. Auch in wissensintensiven Hochtechnologie- und Dienstleistungssektoren, in denen die internationale Ausdifferenzierung der industriellen FuE-Kapazitäten mittlerweile beachtliche Dimensionen angenommen und zu einer erkennbaren Relativierung der Heimat-Standorte der führenden Unternehmen geführt hat, bedeutet Internationalisierung vor allem Clusterbildung, also starke (und zunehmende) regionale Konzentration der entsprechenden Aktivitäten und Kapazitäten auf sehr wenige internationale Spitzenzentren der Forschung und Lead Markets.⁹ Mit dem Schlagwort der Globalisierung lässt sich dieser komplexe Zusammenhang nicht adäquat erfassen. Stattdessen ist es sinnvoller, von einem sukzessiven, sehr selektiven und auf wenige Standorte konzentrierten industriellen Internationalisierungsprozess zu sprechen. Internationalisierung und regionale Konzentration der Aktivitäten bilden keinen Gegensatz, sondern sind zwei Seiten derselben Medaille.

Ein zweiter bemerkenswerter Trend der neunziger Jahre, der sich parallel und komplementär zu den scharfen, zunehmend international ausgetragenen industriellen Innovationskonkurrenzen herausgeschält hat, ist die zum Teil sprunghafte Zunahme technologisch motivierter industrieller Kooperationsbeziehungen, die ebenfalls vor allem in Sektoren der Spitzentechnologie anzutreffen ist. Neben dem Zukauf externer FuE-Kapazitäten im Zuge von Akquisitionen und dem Ausbau der konzerninternen FuE-Kapazitäten (Pavitt/Patel 1999; Enquete-Kommission 2001: 56-59) haben sich Kooperationen zu einem wichtigen strategischen Ansatzpunkt entwickelt, mit dem die Unternehmen auf technologische Umbrüche und neue Konkurrenzkonstellationen reagieren: Angesichts der Unsicherhei-

- 7 Der Grad der Internationalisierung industrieller FuE-Aktivitäten ist allerdings unterschiedlich weit fortgeschritten. Im deutschen Maschinenbau z. B. betrug der Anteil der ausländischen FuE-Aufwendungen an den gesamten (in- und ausländischen) FuE-Aufwendungen der Branche in 2001 erst 11 %; in der deutschen Wirtschaft insgesamt lag der entsprechende Anteil im selben Jahr bei knapp 27 % (berechnet nach Belitz 2004: 22 [Tab. 4-2]). Der deutlich überwiegende Teil der FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen wird also nach wie vor im Inland verwendet.
- 8 Gerybadze u. a. 1997; Meyer-Krahmer 1999; Hack 1998; für die Biotechnologie Dolata 1996. Gleichzeitig haben ausländische Unternehmen ihre FuE-Engagements in Deutschland seit Mitte der neunziger Jahre signifikant verstärkt: 2003 entfiel bereits über ein Viertel der internen FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors auf Unternehmen in ausländischem Besitz; 1995 waren dies erst gut 16 %. Deutschland ist damit nach den Vereinigten Staaten der zweitgrößte FuE-Standort für ausländische Großunternehmen (BMBF 2006: 44-52)
- 9 Feldman 1994; Patel 1995; Gerybadze u. a. 1997; Heng/Schaaf 2002; Carlsson/Mudambi 2003; BMBF 2006: 44-52.

Ulrich Dolata

ten, des Querschnittcharakters und der Multidisziplinarität vieler technischer Entwicklungsprozesse lässt sich die industrielle Innovationstätigkeit heute auch in den Großunternehmen nicht mehr allein über den Aufbau starker interner Kapazitäten organisieren, sondern bedarf der systematischen Ergänzung durch häufig allerdings fluide, zeitlich befristete und instabile innerindustrielle bzw. akademisch-industrielle Kooperationszusammenhänge.¹⁰ Trendsetter kooperationsorientierter Strategien, die einen dezidiert internationalen Zuschnitt aufweisen (OECD 2000: 106), sind die Pharmakonzerne: Bis in die achtziger Jahre fast ausschließlich nach innen orientiert investieren sie mittlerweile zwischen 25 und 30 % ihrer Forschungsaufwendungen in solche externen Partnerschaften (Dolata 2003a: 175-243).

Ein dritter Trend kommt hinzu: Forschungsintensive und technologieorientierte Start-up-Firmen, lange Zeit ein vornehmlich US-amerikanisches Phänomen, haben sich in den neunziger Jahren auch in Westeuropa neben international tätigen Großunternehmen als eigenständiger Unternehmenstyp etablieren können, der aus dem industriellen Innovationsprozess nicht mehr wegzudenken ist. An klassischen ökonomischen Kennziffern (wie Umsatz, Gewinn, Arbeitsplätze) gemessen ist dieser Unternehmenssektor irrelevant. Betrachtet man allerdings seine qualitative Bedeutung in industriellen Innovationsprozessen, dann ergibt sich ein anderes Bild: Neueinsteiger sind oft die Pioniere und frühen Impulsgeber, die die kommerzielle Nutzung neuer technologischer Möglichkeiten anstoßen – und nicht die saturierten Großunternehmen. Die Entwicklung des PC und seiner Betriebssysteme, die kommerzielle Nutzung der Biotechnologie oder des Internets sind nicht von Großunternehmen auf den Weg gebracht worden, sondern von neu gegründeten Start-up-Firmen.¹¹

Damit werden die Großunternehmen allerdings keineswegs von einer start-up-basierten New Economy auf die Plätze verwiesen. Nur ein sehr geringer Teil kleiner Firmen betreibt Spitzenforschung, ist innovativ und mit Neuentwicklungen auf dem Markt erfolgreich. Die weit überwiegende Mehrzahl dieser Firmen ist dagegen nicht in der Lage, eine eigene Forschung und Entwicklung in größerem Stil zu unterhalten (Parker 1999). Überdies konzentrieren sich die industriellen FuE-Aufwendungen heute stärker als früher bei den großen forschenden Unternehmen – in Deutschland entfallen ca. 80 % aller industriellen FuE-Ausgaben auf Großunternehmen mit über 1000 Beschäftigten (Legler u. a. 2004: 15-24; BMBF 2003: 41 f.). Diese sind in der Regel ohne größere Probleme in der Lage, technologisch erfolgreiche Start-up-Firmen als externe Impulsgeber für ihre eigenen Projekte zu nutzen, in Kooperationen einzubinden oder aufzukaufen.

Erst vor diesem Hintergrund lässt sich das spezifische Gewicht technologieorientierter Start-up-Firmen im Innovationsprozess bestimmen: Die wenigen innovativen Kernfirmen dieses Unternehmenstyps stimulieren als risikobereite, forschungsintensive und nach unkonventionellen Verwertungsmöglichkeiten suchende Einheiten nicht nur den industriellen Innovationsprozess selbst, sondern sind zugleich zu wichtigen externen Impulsgebern

10 Hagedoorn 1996; Hagedoorn u. a. 2000; Etzkowitz/Leydesdorff 1997, 2000.

11 Ichbiah/Knepper 1991; Dolata 1996; Mowery/Nelson 1999; BRIE-IGCC E-conomy Project 2001.

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

und flexibel handhabbaren Kooperationspartnern der Großindustrie geworden (Dolata 2000). Dementsprechend gilt die Präsenz und regionale Bündelung leistungs- und kooperationsfähiger Start-up-Firmen heute in allen hochentwickelten Ländern als relevantes und zu förderndes Strukturelement, das deren Attraktivität in der Konkurrenz der Standorte mitbestimmt.

Die hier skizzierten ökonomischen Trends – Internationalisierung, Kooperationsorientierung, Ausdifferenzierung der industriellen Akteure – wirken wiederum strukturierend auf die Koordinaten der staatlichen Technologie- und Innovationspolitik zurück.

Der vormals enge Zusammenhang von (groß-)industrieller Technikentwicklung, nationalen Referenzrahmen und nationalstaatlichen Politiken hat sich zwar nicht aufgelöst, aber im Laufe der vergangenen zwei Jahrzehnte doch erkennbar gelockert. Der Staat hat es zwar auch noch, aber nicht mehr ausschließlich mit einer überschaubaren Zahl heimischer Konzerne und Mittelständler als Adressaten seiner Politik zu tun. Er hat heute vielmehr politische Anreize und Rahmenbedingungen für die Standortwahl zunehmend international operierender heimischer wie ausländischer Großunternehmen zu schaffen, für die sich traditionelle nationale Bindungen zum Teil erkennbar relativiert haben. Er hat überdies Förderstrategien für neue, instabile und verbandspolitisch oft kaum erkennbare Sektoren junger Technologiefirmen zu entwickeln, deren Bedeutung sowohl für den Innovationsprozess selbst als auch als Standortfaktor zugenommen hat. Und er hat dem Umstand Rechnung zu tragen, dass industrielle Innovationsprozesse heute nicht mehr von einzelnen Unternehmen getragen werden, sondern zunehmend im Rahmen weitgehend selbstorganisierter, oft über nationale Zusammenhänge hinausreichender industrieller Kooperationsbeziehungen stattfinden. Unter diesen Bedingungen stößt eine Konzentration der staatlichen Politik auf die Förderung und Protektion nationaler Champions ebenso an Grenzen wie Versuche einer Abschottung des eigenen Standorts und der autonomen Entwicklung eigener Stärke.

Darüber hinaus werden durch die skizzierten Internationalisierungsprozesse, die sich als internationale Ausdifferenzierung bei gleichzeitig starker regionaler Bündelung der industriellen Innovationsaktivitäten darstellen, nationale (und auch regionale) Standorte heute weit stärker als früher nicht nur miteinander verzahnt, sondern zugleich in ausspielbare Konkurrenzverhältnisse zueinander gesetzt. Dies wirkt in hohem Maße handlungsprägend und -fokussierend auf die staatlichen Technologie- und Innovationspolitiken zurück. Deren zentrale, alle anderen Ambitionen zurückstellende Handlungsmaxime lautet unter diesen Bedingungen: „Es müssen im eigenen Land Rahmenbedingungen und Anreize geschaffen werden, die angesichts des herrschenden Standortwettbewerbs ausländische Wissenschaftler und Forschungsabteilungen von Industrieunternehmen dazu bewegen, im eigenen Land aktiv zu werden bzw. mit Akteuren aus dem eigenen Innovationssystem zu kooperieren.“ (Edler/Boekholt 2001: 7) Der kooperative Verhandlungsstaat ist vor diesem Hintergrund als mit anderen Ländern konkurrierender Wettbewerbsstaat zu präzisieren: Er hat nicht einfach effektive und diskursiv zu ermittelnde Initiativen und Regelungen auf den Weg zu bringen, sondern zusammen mit außerstaatli-

Ulrich Dolata

chen Akteuren in erster Linie nach wettbewerbs- und standortfördernden Lösungen zu suchen und diese gesellschaftlich zu vermitteln (Jessop 2002).

c) *Irritierende Öffentlichkeit*

Auch die gesellschaftliche Perzeption und Aneignung neuer Techniken hat sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten bemerkenswert gewandelt. Nahezu jede neue Technik wird heute als ambivalent wahrgenommen, auf die eine oder andere Weise öffentlich diskutiert und eigenwillig genutzt (Bauer 1995; Bauer/Gaskell 2002).

Typisch ist, dass sowohl das gesellschaftliche Unbehagen an neuer Technik als auch die eigenwillige Nutzung neuer technischer Angebote heute nicht mehr nur von klar fokussierten und gut organisierten Massenbewegungen (wie etwa der Anti-AKW- oder der Ökologiebewegung der siebziger und achtziger Jahre) oder Verbänden (wie z. B. Verbraucher- oder Umweltschutzorganisationen) getragen, sondern oft von nicht-organisierten und kaum institutionalisierten kollektiven Akteuren vorgebracht wird (vgl. im folgenden Dolata 2003a: 31 ff.). Dies sind Bürger und Wähler, Nutzer und Verbraucher, die als Individuen bedeutungslos und als Organisationen nichtexistent sind, die jedoch nicht mehr bloß passive Adressaten neuer technischer Angebote bleiben, sondern zu aktiven Einflussfaktoren auf Technisierungsprozesse oder technikbezogene politische Regelungsbedarfe werden können, wenn sie wie auch immer motivierte, als Massenphänomen auftretende gemeinsame Problemperezeptionen oder Nutzungspräferenzen ausbilden.

In konsumfernen und öffentlich wenig beachteten Technikfeldern spielen nicht-organisierte kollektive Akteure in der Regel keine nennenswerte Rolle. In neuen konsumnahen Alltagstechniken (wie z. B. vielen Anwendungen neuer Informations- und Kommunikationstechniken) oder gesellschaftlich kontrovers beurteilten Technikfeldern (wie der Gentechnik) können sie dagegen auch ohne formalen Organisationshintergrund Einfluss auf die industrielle Technikentwicklung und die technologiepolitische Ausgestaltung ihrer Rahmenbedingungen nehmen:

- Zum einen als eigenwillige Nutzer und selektierende Konsumenten neuer technischer Angebote. Für viele neue informations- und medientechnische Angebote z. B. ist es nicht nur charakteristisch, dass „die Nutzer einen nennenswerten Einfluss ausüben, indem sie sich die Technik anders als erwartet aneignen, sie umnutzen“ (Kubicek 1997: 216). Sie nutzen sie zudem sehr selektiv und beeinflussen mit ihren Nutzungsmustern und -präferenzen die Diffusionsdynamiken, das Scheitern oder den (teils unerwarteten) Erfolg entsprechender Anwendungen.
- Zum anderen als technikskeptische Bürger, die neue wissenschaftlich-technische Entwicklungsrichtungen mehrheitlich und stabil nicht (oder nur eingeschränkt) akzeptieren. Dies ist z. B. in wichtigen Teilbereichen der neuen Biotechnologie, namentlich der grünen Gentechnik zu beobachten, die von einer hohen und anhaltenden gesellschaftlichen Inakzeptanz geprägt wird. In derartigen Fällen treten nicht-organisierte kollektive Akteure nicht so sehr als eigenwillige und selektive Nutzer, sondern als zum Teil sehr

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

grundsätzliche Bedenkenräger und sich verweigernde Konsumenten in Erscheinung (Hampel/Renn 1999).

Beides kann nicht nur die Industrie unter einen beträchtlichen Anpassungsdruck setzen. Auch die Politik gerät damit in eine prekäre Situation gegenläufiger Anforderungen. Sie steht nicht nur unter einem wachsenden, vor allem der ökonomischen Internationalisierung geschuldeten Druck, Maßnahmen zur Erhöhung der Attraktivität des Forschungs- und Innovationsstandorts zu ergreifen. Sie hat es heute zudem mit einer aufgeklärten Öffentlichkeit zu tun, die neue Technologien nicht mehr per se als Fortschritt akzeptiert, sondern sie kontrovers diskutiert, eigenwillig nutzt und zum Teil auch zurückweist. Die Politik ist in diesem Zusammenhang nicht nur als Förderin attraktiver Rahmenbedingungen für die Wirtschaft und Wissenschaft am eigenen Standort, sondern zugleich als Moderatorin gesellschaftlicher Technikkontroversen gefordert. Und sie hat darüber hinaus insbesondere in kontrovers beurteilten und mit (potenziellen) Risiken behafteten Technikfeldern für Transparenz, hohe Sicherheitsstandards, Verbraucherschutz und Bürgerbeteiligung an umstrittenen Vorhaben zu sorgen, wenn sie nicht politische Legitimationsprobleme heraufbeschwören will.

d) Ausdifferenzierte Politik

Ein vierter Aspekt des Wandels schließlich betrifft die veränderten Architekturen des Politischen selbst. Seit Anfang der achtziger Jahre haben sich in Europa die politischen Instanzen und Ebenen, auf denen Technologie- und Innovationspolitik betrieben wird, selbst ausdifferenziert – insbesondere in Gestalt einer eigenständigen europäischen Forschungs-, Technologie- und Rechtsetzungspolitik, die sich seither als Parallelstruktur zu den Politiken der Mitgliedstaaten entwickelt, sowie in Form subnationaler technologiepolitischer Initiativen, die vor allem anderen auf die Etablierung und Förderung national wie international konkurrenzfähiger regionaler Technologie-Cluster zielen. Damit hat sich die zuvor unangefochtene Dominanz und Exklusivität nationaler Akzentsetzungen und Zentren der Technologie- und Innovationspolitik zugunsten einer Koexistenz verschiedener politischer Regulierungs- und Entscheidungsebenen relativiert.

Was aber heißt Koexistenz? An welchen Orten, mit welchen Kompetenzen und Ressourcen wird Technologie- und Innovationspolitik unter den Bedingungen von Internationalisierung und Mehrebenendifferenzierung tatsächlich betrieben? Im folgenden Abschnitt wird zunächst ein Blick auf den Stand und die Perspektive des europäischen Integrationsprozesses in diesem Politikfeld geworfen und daran anschließend begründet, warum der nationalen Politikebene in diesem Fall nach wie vor eine hervorgehobene Bedeutung zukommt.

Ulrich Dolata

3. *Architekturen: Europäische Integration, nationale Innovationssysteme und zwischenstaatliche Standortkonkurrenzen*

a) *Europäische Integration?*

Ohne Zweifel hat sich die Europäische Union in den vergangenen zwanzig Jahren auch in der Technologie- und Innovationspolitik sukzessive als wichtiger neuer Akteur etabliert – und zwar auf zwei wesentlichen Ebenen: Im Bereich der technologiebezogenen Rechtsetzung sowie mit eigenen technologie- und innovationspolitischen Programmen und Initiativen.

Eine nachhaltige Verlagerung der Politikfindung von der nationalen auf die europäische Ebene ist vor allem im Bereich der technologiebezogenen Rechtsetzung (z. B. Gentechnik- und Chemikalienrecht, Internetregulierung, Software-Patentierung) festzustellen, deren Harmonisierung ähnlich wie diejenige von Normen und Standards eine wichtige allgemeine Forschungs-, Produktions- und Vermarktungsvoraussetzung bildet und die als Etablierung international verlässlicher Spielregeln des Innovationsprozesses seit Ende der achtziger Jahre mit Nachdruck vorangetrieben wird. Rechts- und Planungssicherheit werden zunehmend international gewährleistet; die Verhandlungen und Entscheidungen zur rechtlichen Rahmung neuer Technologien finden heute maßgeblich auf der europäischen (und auch der internationalen) Ebene statt. Auch sie bleiben allerdings eingefasst in ein Politikfindungssystem, in dem nationale Initiativen oder Blockadehaltungen, nationale Verbandspolitiken und nationale Diskurse eine gewichtige Rolle spielen und über oft konfliktreiche und mit politischem Druck versehene Verhandlungen immer wieder miteinander abgeglichen werden müssen.¹²

Eine derart signifikante Verlagerung ist in der Technologie- und Innovationspolitik selbst dagegen bislang nicht erkennbar – auch nicht im Ergebnis der in 2000 von der Europäischen Kommission gestarteten Initiative zur Herausbildung einer „European Research Area“ (vgl. EU-Commission 2000). Die Europäische Union hat sich seit Anfang

12 Dolata 2003a; Hampel 2005; Jacob/Volkery 2005. Die politischen Auseinandersetzungen um die rechtliche Rahmung der Gentechnik seit Anfang der neunziger Jahre zeigen dies beispielhaft (Dolata 2003a). Die Rechtsetzungskompetenzen haben sich nicht nur auf diesem Gebiet seit Ende der achtziger Jahre von der nationalen auf die europäische Ebene verschoben. Dies ist allerdings keineswegs mit einem nachhaltigen Einflussverlust nationaler Instanzen, Akteure und Diskurse einhergegangen. Zum einen haben die Regierungen (oder die federführenden Ministerien) der Mitgliedstaaten nicht nur unter dem Druck ihrer nationalen Industrie- und Wirtschaftsverbände, sondern auch beeinflusst von in der Regel spezifisch nationalen Konfliktkonstellationen um das jeweilige Technikfeld, immer wieder mit eigenen Initiativen in den Politikfindungsprozess auf der EU-Ebene eingegriffen oder sich bewusst über gemeinschaftliches Recht hinweggesetzt. Zum anderen wurde auch die Politik der europäischen Lobbyorganisationen stark geprägt von ihren großen nationalen Interessenverbänden, in denen sich die politischen Kompetenzen bündelten. Und schließlich hatten auch die gesellschaftlichen Kontroversen um die europäische Vereinheitlichung der gentechnikbezogenen Rechtsetzung eine starke nationale Basis. Ähnliche Politikfindungsmuster lassen sich z. B. auch im Bereich des Chemikalienrechts ausfindig machen (Jakob/Volkery 2005).

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

der achtziger Jahre zwar auch als eigenständiger technologie- und innovationspolitischer Akteur fest etabliert (Peterson/Sharp 1998; Borrás 2003). Sie hat ihre technologie- und innovationspolitischen Aktivitäten beträchtlich ausgeweitet und legt seither als Kernaktivität mehrjährige Forschungsrahmenprogramme mit wachsendem Finanzvolumen auf – das 6. Forschungsrahmenprogramm hatte für die Jahre 2002 bis 2006 ein Gesamtbudget von 17,5 Mrd. Euro (BMBF 2002d: 6-11) –, mit denen sie vor allem die anwendungsorientierte Förderung neuer Schlüsseltechnologien sowie die stärkere europäische Vernetzung von Forschungsakteuren, -institutionen und -regionen verfolgt.

Sie kann allerdings schon in quantitativer Betrachtung nicht mit den entsprechenden Aufwendungen der großen Mitgliedstaaten mithalten: Insgesamt entsprach das jährliche Budget des 6. EU-Rahmenprogramms lediglich etwa 6 % der öffentlichen FuE-Ausgaben ihrer Mitgliedstaaten (Rammer u. a. 2004: 170), von denen wiederum etwa drei Viertel auf Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Italien entfielen (BMBF 2002a: 338). Die begrenzten Mittel der EU sind für kleinere (und schwächere) Mitgliedstaaten zum Teil sehr bedeutsam geworden, beeinflussen die Innovationssysteme und Politiken der führenden Länder dagegen nur marginal (Pavitt 1998).

Wichtiger für die Gesamteinschätzung der Technologie- und Innovationspolitik der EU im Verhältnis zu den nationalen Politiken der großen Mitgliedstaaten ist allerdings ihre qualitative Bewertung. Die EU-Kommission selbst hat im Jahr 2000 eine solche Bewertung vorgelegt und seinerzeit bilanziert, Europa sei geprägt von einer „fragmentation, isolation and compartmentalisation of national research efforts and systems and the disparity of regulatory and administrative systems“: „It cannot be said that there is today a European policy on research. National research policies and Union policy overlap without forming a coherent whole.“ Und weiter: „Above the European research effort as it stands today is no more than the simple addition of the efforts of the 15 Member States and the Union.“ (EU-Kommission 2000: 7) Insbesondere war es der EU trotz mehrerer Anläufe bis dahin nicht gelungen, einen Binnenmarkt für Forschung in Europa zu etablieren, als wirkmächtige koordinierende Instanz die regionalen, nationalen und europäischen Politikansätze zu strukturieren und aufeinander abzustimmen oder gar eine kohärente, für die Mitgliedstaaten verbindliche europäische Technologie- und Innovationspolitik zu entwickeln (auch Kuhlmann 2001; Grande 2001b).

Dies hat sich auch im Rahmen der 2000 gestarteten Kommissions-Initiative zur Schaffung einer „European Research Area“ nicht grundlegend geändert.¹³ Schon die Vorschläge, die die Kommission in diesem Zusammenhang unterbreitet hatte, waren nicht sehr weit reichend: Sie bot sich zwar ein weiteres Mal als europäische Koordinationsinstanz nationaler Technologie- und Innovationspolitiken an – ohne allerdings dazu neue Kompetenzen für sich zu beanspruchen, lediglich untersetzt durch die über die bisherige Politik hinausgehenden, sehr weichen Vorschläge, ein europäisches Benchmarking-System der Forschungspolitik zu entwickeln, die technologischen und wissenschaftlichen Kapazitäten in Europa zu kartieren sowie die Öffnung und Vernetzung der nationalen Forschungs-

13 Vgl. die Diskussionen in Edler u. a. 2003 sowie Edler/Kuhlmann 2005; Banchoff 2002.

Ulrich Dolata

zentren, -organisationen und -programme zu fördern (EU-Commission 2000: 8). Darüber hinaus ist die Initiative selbst auf ein bemerkenswertes Desinteresse der Mitgliedstaaten gestoßen. In zwei Bestandsaufnahmen zum Stand der Umsetzung des Konzepts musste die EU-Kommission 2002 und 2003 einräumen: „[T]he initiative in its current form seems to be hampered, however, by insufficient participation of the Member States. This is reducing the impact of the activities being undertaken, thereby jeopardising the chances of the project achieving its objectives: the creation of a genuine ‚Internal market in research‘ and the establishment of genuine coordination of national research policies.“ (EU-Commission 2002: 3; mit ähnlichem Tenor auch EU-Commission 2003). Im Herbst 2005 schließlich hat die EU-Kommission erneut bilanziert, dass Europa im Bereich Forschung und Innovation weiter hinter die USA und Japan zurückgefallen sei und ein echter Binnenmarkt für Forschung trotz aller Bemühungen nach wie vor nicht existiere (SZ, 13.10.05, S. 6).

Insgesamt hat die sukzessive Etablierung einer eigenständigen europäischen Technologie- und Innovationspolitik bis heute nicht zu einer Überlagerung oder gar Ablösung der nationalen Handlungsebene durch europäische Politikbildungsprozesse geführt. Insbesondere die ihr bisweilen zugeschriebene „Fähigkeit zur effektiven Koordinierung regionaler, nationaler und europäischer Maßnahmen“ (Prange 2003: 17) ist auch im Umfeld der „European Research Area Initiative“ nicht über den Status konzeptioneller Erwägungen hinausgekommen.¹⁴ Im Gefüge der politischen Mehrebenenarchitektur, die sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten in diesem Bereich herausgebildet hat, spielen die großen Nationalstaaten und die dort verfolgten Politiken nach wie vor die erste und wesentliche Rolle. Politische Strategien zum Ausbau der technologischen Leistungs- und Konkurrenzfähigkeit gehören nach wie vor zum Kernbestand nationaler Technologie- und Innovationspolitiken. Aber auch dort, wo eine signifikante Europäisierung der Politik erkennbar ist – etwa im Rahmen der technologiebezogenen Rechtsetzung – haben die nationalen Akteure insbesondere der großen Mitgliedstaaten keineswegs an Einfluss verloren. Sie prägen vielmehr die dortigen Entscheidungsfindungen entscheidend mit, deren Erfolg in hohem Maße von ihrer Kooperationsbereitschaft und vom Ausgleich ihrer Interessen abhängt.

14 Vor allem die großen Mitgliedstaaten reagieren auf Initiativen zur stärkeren europäischen Koordination einzelstaatlicher Programme in der Regel sehr zurückhaltend. Typisch hierfür ist die Kommentierung der sechs großen Ziele der EU-Kommission im Rahmen des 7. EU-Forschungsrahmenprogramms durch die Bundesregierung. Zur Zielsetzung „Einzelstaatliche Forschungsprogramme stärker koordinieren“ heißt es dort: „Der Schwerpunkt der Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation liegt bei den Mitgliedstaaten, die über unterschiedliche Forschungslandschaften verfügen. Diese erfordern einen jeweils maßgeschneiderten Satz politischer Instrumente um die nationale Forschung weiter auszubauen. Die Gemeinschaft unterstützt die nationalen Forschungspolitiken, indem sie den Erfahrungsaustausch zwischen den Mitgliedstaaten fördert und zur Identifizierung guter Beispiele zur Stimulierung von F&E beiträgt. Der ‚Methode der offenen Koordinierung‘ kommt dabei eine wesentliche Rolle zu. Sie ist weiterhin in der Verantwortung der Mitgliedstaaten auf der Basis der Freiwilligkeit durchzuführen.“ (BMBF 2004b: 11 f.)

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

b) Nationale Innovationssysteme und zwischenstaatliche Standortkonkurrenzen

Was macht den europäischen Integrationsprozess in diesem Politikfeld zu einem derart schwierigen Unterfangen? Warum dominieren nationale Politiken in einem Feld, das in besonderer Weise von einer zunehmend internationalen Verschränkung der wirtschaftlichen Aktivitäten, des wissenschaftlichen Austauschs und der Generierung bzw. Verwertung von Innovationen geprägt wird?

Zwei komplementäre Erklärungen lassen sich dazu anführen. Die nationalstaatliche Politikebene hat auch unter den Bedingungen der Internationalisierung und politischen Mehrebenenverflechtung sowohl eine starke strukturelle als auch eine dezidiert kompetitive Grundlage, die einer weiter reichenden europäischen Integration Grenzen setzt:

- Zum einen werden die internationalen und regionalen Innovationszusammenhänge nach wie vor maßgeblich von den distinkten Eigenheiten der nationalen Produktions-, Innovations- und Politiksysteme der führenden Staaten geprägt und strukturiert. Trotz zunehmender internationaler Verflechtung und Durchdringung gibt es für eine nachhaltige Annäherung bzw. Homogenisierung nationaler Innovationssysteme oder für die Herausbildung eines kohärenten europäischen Innovationssystems bislang keine belastbaren empirischen Hinweise.
- Und zum anderen befinden sich die führenden Staaten vor dem Hintergrund einer zunehmenden internationalen Evaluation der Standorte und Innovationsräume in einer scharfen Rivalität um Technologieführerschaft, Spezialisierungsvorteile und nationale bzw. regionale Standortvorteile zueinander – und reagieren darauf mit dezidiert nationalen und kompetitiv ausgerichteten technologie- und innovationspolitischen Strategien, die das Ziel verfolgen, den eigenen Innovationsraum gegenüber anderen zu verteidigen bzw. zu stärken.

Vor allem die Forschung zu nationalen Innovationssystemen¹⁵ und zu Spielarten des Kapitalismus (z. B. Hall/Soskice 2001; Hollingsworth 2000) hat gezeigt, dass Kernbestandteile nationaler Produktions-, Innovations- und Politiksysteme wie die Bildungs- und Ausbildungssysteme, die Forschungsinfrastrukturen, die Systeme industrieller Beziehungen, die technikalpolitischen Institutionen oder die Muster politischer Interessenvermittlung nach wie vor beträchtliche nationale Unterschiede aufweisen und sich zudem durch eine bemerkenswerte strukturelle Stabilität und Persistenz auszeichnen. Ähnliches gilt für die Systeme der Unternehmensfinanzierung, für die jeweiligen Markt- und Nachfragestrukturen, für die technologischen Spezialisierungsmuster oder für die regionale Ausdifferenzierung von Technologie-Clustern. Aber auch „weiche“ Faktoren wie das Selbstverständnis der scientific communities und der industriellen Führungskräfte, die politischen Kulturen des Aushandelns oder die gesellschaftlichen Technikhaltungen werden noch immer stark von nationalen Traditionen und Eigenheiten (mit-)geprägt.

Zwar hat vor allem die Internationalisierung der industriellen Innovationsaktivitäten in den vergangenen Jahrzehnten zu einer intensiveren Verschränkung der nationalen Inno-

15 Z. B. Nelson 1993; Edquist 1997; Mowery/Nelson 1999.

Ulrich Dolata

vations- und Politiksysteme geführt und übt einen beachtlichen Veränderungs- und Anpassungsdruck auf sie aus. Dieser führt allerdings weder zur schlichten Imitation andernorts erfolgreicher Modelle noch zur Konvergenz der Systeme in die Ununterscheidbarkeit. Er schlägt sich vielmehr in sehr selektiven Adaptionen andernorts erfolgreicher Systemelemente und ihrer anschlussfähigen Einpassung in die jeweils bestehenden nationalen Systeme und Kulturen sowie in der Schärfung unverwechselbarer nationaler bzw. regionaler Innovationsstärken und -profile nieder, die vor dem Hintergrund zwischenstaatlicher Technologie- und Standortkonkurrenzen eher an Bedeutung gewonnen als verloren haben.¹⁶

Die Vorstellung einer vor allem durch die ökonomische Internationalisierung vorangetriebenen „Auflösung der Relevanzen territorialer Grenzen“ und „Auflösung der nationalstaatlich organisierten Gesellschaften“ (Willke 2001: 110) trifft auch in diesem Fall den tatsächlichen Sachverhalt nicht. Die Territorien der großen Nationalstaaten lassen sich auch heute als eigenständige Innovationsräume mit unverwechselbaren Profilen identifizieren. Ohne diese Diversität wären im Übrigen industrielle Standortabwägungen und ortsbezogene Investitionsentscheidungen sinnlos: Die Unternehmen gehen nicht irgendwo hin, sondern sondieren die Angebote und wählen sehr gezielt aus.

Vor diesem Hintergrund erklärt sich, warum Kernelemente der Technologie- und Innovationspolitik bislang bemerkenswert gering internationalisiert sind und insbesondere in den großen Staaten nach wie vor eine starke eigenständige nationale Basis haben – auch im Zusammenhang des europäischen Integrationsprozesses. Wenn es nationale Innovationsräume mit distinkten Infrastrukturen, Spezialisierungsprofilen, Institutionen und Kulturen gibt, dann fällt deren Pflege, Modernisierung und Restrukturierung auch weiterhin zuvörderst in den Aufgabenbereich nationaler (und subnationaler) Politiken. Und wenn sich die ökonomische Internationalisierung nicht als ort- und umstandsloser Globalisierungsprozess, sondern als sehr selektiv betriebene Standortwahl und Bündelung industrieller Innovationsaktivitäten auf weltweit wenige Spitzenregionen und Lead Markets darstellt, dann befinden sich die großen Mitgliedstaaten der Europäischen Union nicht nur gegenüber ihren außereuropäischen Konkurrenten wie den Vereinigten Staaten oder Japan, sondern auch innereuropäisch in einem scharfen Wettbewerb der Standorte, den sie mit dezidiert nationalen und kompetitiv ausgerichteten technologie- und innovationspolitischen Strategien führen, und achten sorgsam darauf, ihre diesbezüglichen politischen Handlungsspielräume nicht durch eine weiter reichende Kompetenzabtretung an die Europäische Union zu verlieren (Banchoff 2002).

16 Diederer u. a. 1999; Kuhlmann 1999, 2001; Paulsen u. a. 2000; Senker/van Zwanenberg 2001; Borás 2004.

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

4. Profile: Neujustierungen nationaler Technologie- und Innovationspolitiken

Wenn nationalen Politiken eine hervorgehobene Bedeutung im Mehrebenensystem zukommt, dann bleibt die zweite eingangs gestellte Frage, über welche Handlungsspielräume und Gestaltungsmöglichkeiten sie unter den heutigen, zu Beginn skizzierten Bedingungen unfassbarer Technologien, internationaler Innovationsverläufe und außerstaatlicher Eigendynamiken der Technikentwicklung und -nutzung überhaupt noch verfügen. Erodieren die politischen Gestaltungspotenziale des Nationalstaats? Oder bleibt er eine technologie- und innovationspolitisch relevante und akzentsetzende Größe?

a) Grenzen des Staatseinflusses und der klassischen Forschungs- und Technologiepolitik

Die bisherigen Ausführungen sollten dreierlei deutlich gemacht haben: Erstens, dass der gestaltende Eingriff des Staates heute mehr denn je darauf beschränkt ist, Rahmen zu setzen für in weiten Teilen selbstorganisierte und eigendynamische, wesentlich durch außerstaatliche Akteure geprägte Forschungs-, Entwicklungs-, Produktions- und Verwendungskontexte neuer Technologien. Den Gang der technischen Entwicklung selbst, die Richtungen der akademischen Forschung oder die industriellen Innovationsprozesse substantiell beeinflussen oder gar gezielt steuern – das kann die Politik nicht. Das war aber schon immer eine große Illusion: Auch die siebziger und achtziger Jahre lassen sich, betrachtet man die Handlungsebene, nicht als eine Ära aktiver und impulssetzender politischer Techniksteuerung beschreiben (Stucke 1993: v. a. 161-180).

Zweitens wirkt der „stumme Zwang der ökonomischen Verhältnisse“ (Marx), der sich vor allem als auf wenige Regionen konzentrierte Internationalisierung der industriellen Innovationsaktivitäten und -konkurrenzen darstellt, heute in hohem Maße fokussierend und restringierend auf die Gestaltungsspielräume der staatlichen Politik zurück. Die Herstellung möglichst attraktiver Rahmenbedingungen für industrielle Investitions- und Standortentscheidungen ist die zentrale Vorgabe, an der sich die Politik in der einen oder anderen Weise zu orientieren hat – ohne das dazu in jedem Fall direkter industrieller Druck ausgeübt oder konkrete Interessen einzelner Unternehmen bedient werden müssten. Der Staat agiert in erster Linie als Wettbewerbsstaat, der mit anderen zuvörderst um die Ansiedlung heimischer wie ausländischer Unternehmen am eigenen Standort konkurriert. Er hat zugleich allerdings heute weit stärker als früher auf die öffentliche Meinung zu reagieren und gesellschaftliche Technikkontroversen zu moderieren.

Drittens schließlich ist die klassische Ausrichtung der Forschungs- und Technologiepolitik, die sich in den vergangenen Jahrzehnten in besonderem Maße auf die Unterstützung von Großtechnologien und -projekten sowie auf die Förderung und Protektion nationaler Großunternehmen konzentrierte (Meyer-Krahmer/Kuntze 1992), in den neunziger Jahren unübersehbar an Grenzen gestoßen. Mit dem Bedeutungszuwachs und kommerziellen Durchbruch neuer Basistechnologien – I&K-Techniken, Bio- und Nanotechnologie, neue Materialien – hat sich das Gewicht großtechnologischer Projekte als Impulsgeber

Ulrich Dolata

des Innovationsprozesses und Eckpfeiler der technologischen Wettbewerbsfähigkeit erkennbar relativiert. Und mit der Internationalisierung industrieller Innovationsmuster wird die politische Strategie einer konzentrierten Förderung nationaler Großunternehmen zu eng. Zum einen, weil die Grenzziehungen zwischen heimischen und ausländischen Konzernen zunehmend verschwimmen und die Ansiedlung ausländischer Unternehmen an Gewicht für den eigenen Standort gewinnt. Zum anderen, weil die Großunternehmen, anders als etwa junge Technologieunternehmen, in den neuen Technologiefeldern in der Regel gar nicht auf eine direkte staatliche Förderung angewiesen sind. Schließlich und vor allem anderen, weil sich gerade in neuen technologischen Schlüsselsektoren, deren Dynamiken sich am besten im Umfeld intensiver Wettbewerbs- und Konkurrenzkonstellationen entfalten, schon in der Vergangenheit die politische Förderung und Protektion nationaler (oder auch, etwa im Rahmen des ESPRIT-Programms: europäischer) Champions und Industrien als innovationshemmend und als industriepolitisch kontraproduktiv erwiesen hat: „Successful national industries tend to be ones where intensely competitive domestic rivalries push each other to excel“ (Lawton 1999: 42).¹⁷

b) *Konturen und Gestaltungspotenziale einer neujustierten Technologie- und Innovationspolitik*

Die führenden Industriestaaten reagieren seit der zweiten Hälfte der neunziger Jahre auf die veränderten Rahmenbedingungen mit in der Grundausrichtung ähnlichen Neujustierungen ihrer Technologie- und Innovationspolitiken: Sie zielen – bei aller Unterschiedlichkeit in den institutionellen Voraussetzungen, den konkreten Akzentsetzungen und den präferierten Instrumentensets – im Kern auf die Etablierung international anschlussfähiger, sowohl wettbewerbsintensiver als auch kooperationsfähiger nationaler und regionaler

17 Im Hauptgutachten der deutschen Monopolkommission 2002-2003 wird die Dysfunktionalität der politischen Förderung nationaler Champions anhand zahlreicher empirischer Beispiele belegt: „Paradigmatisch für das Problem der Identifizierung von Sektoren, Unternehmen und Technologien, die sich für eine staatliche Förderpolitik eignen, ist das Versagen der Deutschen Bundespost (Telekom) – und anderer PTT-Administrationen in Europa – bei der Entwicklung der Internet-Technologie zur elektronischen Datenkommunikation. [...] Die Milliarden, die der französische Staat in den sechziger und siebziger Jahren zur Entwicklung der Concorde aufwandte, sind weitgehend verschwendet worden, desgleichen die Milliarden, die dem Aufbau einer eigenen Computer-Industrie dienen sollten.“ Und mit Blick auf Japan: „Die national und international erfolgreichen Sektoren zeichnen sich aus durch weitgehendes Fehlen, teilweise auch bewusste Ablehnung staatlicher Intervention und intensiven Wettbewerb auch in den heimischen Märkten. Die von MITI geförderten Marktzutrittsbeschränkungen und Kartelle finden sich vorwiegend in den rückständigen Sektoren.“ (Monopolkommission 2004: 6 f.) Timothy Breshanan und Franco Malerba (1999: 102) argumentieren ähnlich mit Blick auf die protektionistische Politik europäischer Regierungen im Bereich der Computerindustrie in den siebziger und achtziger Jahren: „The effect of protection by individual European governments was to keep an uncompetitive European computer industry alive and sheltered from destruction by IBM. These barriers to exit, however, did not lead European firms to launch major policies and investments able to increase their innovativeness and competitiveness internationally.“

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

Innovationsräume und die damit verbundene Restrukturierung innovationsrelevanter Institutionen und Infrastrukturen (Larédo/Mustar 2001). Die wesentlichen Ansatzpunkte und Gestaltungspotenziale dieser neujustierten Politik lassen sich insofern durchaus exemplarisch am deutschen Fall diskutieren.¹⁸

Zu diesen Ansatzpunkten zählt in Deutschland wie in anderen Ländern auch erstens die politische Unterstützung des Strukturwandels in der technologischen Spezialisierung hin zu neuen forschungs- und wissensintensiven Technologien und Wirtschaftszweigen. Die in diesem Zusammenhang präferierten Instrumente und Maßnahmen sind allerdings weder neu noch spektakulär: Sie konzentrieren sich auf eine verstärkte programmatische und finanzielle Förderung neuer Schlüsseltechnologien – insbesondere neuer Informations- und Kommunikationstechnologien, der Biotechnologie und Gesundheitsforschung, der Nanotechnologie, neuer Materialien und der umwelttechnologischen Forschung. Damit geht eine sukzessive Relativierung der großtechnologischen Forschungsförderung (in Deutschland vor allem in den Bereichen Kerntechnik, Luftfahrt- und Weltraumtechnik, Rüstung) einher, die allerdings nach wie vor eine wichtige Rolle in den staatlichen Förderprofilen spielt.¹⁹

Einen zweiten Ansatzpunkt der neujustierten Technologie- und Innovationspolitik bildet das zunehmende Gewicht, das der Förderung innovativer und für die Großunternehmen kooperationsfähiger Sektoren von Start-up-Firmen beigemessen wird, deren Bedeutung sich mit dem Aufkommen neuer Schlüsseltechnologien sowohl für den Innovationsprozess selbst als auch als Standortfaktor erhöht hat. Die entsprechenden politischen Maßnahmen reichen von einer stärkeren Ausrichtung der staatlichen Förderprogramme auf kleine und mittlere Unternehmen und der Verbesserung der Finanzierungsbedingungen für junge Technologieunternehmen (v. a. über die staatliche Unterstützung ihrer Risikokapitalfinanzierung) über die Etablierung von Technologieberatungs- und Transferstellen bis hin zur Bereitstellung von Fonds zur Erleichterung von Existenzgrün-

18 Rammer u. a. 2004; Grupp u. a. 2004; BMBF 2004a; sowie die Beiträge in Dolata 2005. Im Unterschied zu anderen führenden Ländern wurden die Restrukturierungsprozesse in Deutschland allerdings nicht begleitet von einer deutlichen Ausweitung der staatlichen FuE-Ausgaben, sondern erfolgten auf der Basis stagnierender Budgets. Die staatliche FuE-Finanzierung lag in Deutschland 2003/04 preisbereinigt um 10 % unter dem Niveau vom Anfang der neunziger Jahre. Demgegenüber verdoppelte Japan preisbereinigt seine staatlichen FuE-Ausgaben im selben Zeitraum, die USA steigerten ihre FuE-Ausgaben seit 1997 real um 50 %, in Großbritannien und Frankreich nahmen sie seit 1998 jeweils um ca. 25 % zu (Rammer u. a. 2004: 38 f.).

19 In Deutschland entfielen von den gesamten (zivilen und militärischen) Ausgaben des Bundes für Wissenschaft, Forschung und Technologie im Jahre 2004 zusammengenommen noch immer 20,1 % auf die großtechnologischen Förderbereiche Wehrforschung und -technik, Weltraumforschung und -technik, Luftfahrtforschung und nukleare Energie- und Kernfusionsforschung. 1993 waren dies noch knapp 29 %. Auf neue Schlüsseltechnologien – Informationstechnik incl. Multimedia und Fertigungstechnik, Biotechnologie, Gesundheit und Medizin, Materialforschung und integrierte Umwelttechnik – entfielen 2004 20,1 % der entsprechenden Ausgaben des Bundes (1993: 17,1 %) (berechnet nach BMBF 2004a: 616-621 [Tab. 8a]).

Ulrich Dolata

dungen aus Forschungseinrichtungen und der Förderung regionaler Gründungsnetzwerke (BMBF 2002c: 16 f.; BMBF 2004a: 200-203).²⁰

Einen dritten neuen Schwerpunkt der staatlichen Politik bildet seit Mitte der neunziger Jahre die wettbewerbsorientierte Unterstützung der Herausbildung regionaler High-Technology-Cluster, die zu einem wichtigen Bestandteil nationaler Innovationsysteme vor allem in Ländern mit multizentrischen Strukturen und zu einer wesentlichen Voraussetzung ihrer internationalen Wettbewerbsfähigkeit geworden sind. Der Mitte der neunziger Jahre von der damaligen Bundesregierung aufgelegte BioRegio-Wettbewerb gilt seither in Deutschland als erfolgreicher Prototyp der staatlichen Förderung regionaler Vernetzung und Zentrenbildung: Er hat in allen Regionen schon in der Phase der Antragstellung die Zusammenarbeit der involvierten Akteure – Firmen, Forschungseinrichtungen, Kommunen, Technologiezentren, Banken, Industrie- und Handelskammern usw. – nachhaltig befördern können, ohne dass dazu ein nennenswerter staatlicher Mitteleinsatz erforderlich gewesen wäre. In der Folgezeit ist dieses wettbewerbsorientierte Fördermodell, mit dem die kompetitive Herausbildung von Spitzenregionen und regionalen Kompetenzzentren staatlich stimuliert wird, auch in anderen neuen Technologiebereichen fortgeführt worden. Insgesamt haben sich im vergangenen Jahrzehnt auf die Etablierung von Spitzenregionen zielende staatliche Wettbewerbsinitiativen zu einem wichtigen neuen Element der nationalen Technologie- und Innovationspolitik entwickelt und, unterstützt durch regionalpolitische Initiativen der Länder, zu deren Formierung und Stabilisierung beigetragen (Dohse 1998, 2003; Eickelpasch/Fritsch 2005).

Viertens schließlich konzentrieren sich die politischen Initiativen in allen führenden Ländern auf die Restrukturierung der öffentlichen Forschungs- und Wissenschaftssysteme mit dem vorrangigen Ziel einer stärkeren innerakademischen Wettbewerbs- und akademisch-industriellen Transferorientierung (Etzkowitz 2003). Zu den präferierten Maßnahmen zählen in Deutschland die Einführung von regelmäßigen Evaluationsverfahren an Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Instituten sowie deren an privatwirtschaftliche Managementmodelle angelehnte Reorganisation – mit einer Stärkung der Leitungsebenen und Hierarchisierung von Entscheidungsabläufen, einer Aufwertung der drittmittel- und programmfinanzierten Forschung, einer Intensivierung der Ressourcenkonkurrenz und einer Strukturierung durch dezentrale Profitcenter. Dazu zählt ferner die über Wettbewerbe stimulierte Konzentration der Spitzenforschung in Elite-Hochschulen, Leitprojekten und Kompetenzzentren, in denen Wirtschaft und Wissenschaft gemeinsam

20 Obgleich mit ca. 80 % der überragende Teil der staatlichen Finanzierung industrieller FuE in Deutschland nach wie vor auf Großunternehmen entfällt, kann seit etwa Mitte der neunziger Jahre nicht mehr davon gesprochen werden, dass Großunternehmen bei der staatlichen FuE-Finanzierung in relativer Betrachtung begünstigt werden: Vor dem Hintergrund eines insgesamt stark rückläufigen staatlichen Finanzierungsanteils an industrieller FuE von gut 14 % Ende der siebziger Jahre auf gut 3,5 % zu Anfang des neuen Jahrhunderts – ein starkes Indiz für den sukzessiven Rückzug des Staates aus der direkten Förderung industrieller FuE – belief sich im Jahr 2001 der staatliche Finanzierungsanteil von FuE in Kleinunternehmen auf 8,5 %, in Großunternehmen mit mehr als 5000 Beschäftigten dagegen auf nur 2,5 % (Legler 2004: 32 ff.)

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

an der rascheren Umsetzung von Forschungsergebnissen in neue marktfähige Produkte und Verfahren arbeiten sollen. Untermauert wird dies durch eine entschiedene Umorientierung der staatlichen Projektförderung von der Einzelförderung zur Förderung von Kooperationsverbänden aus Forschungseinrichtungen und Unternehmen (BMBF 2004a: V-XVI). Mit diesen neuen politischen Akzentsetzungen hat sich seit Ende der neunziger Jahre nicht nur in Deutschland der Druck auf alle Einrichtungen des öffentlichen Forschungssystems signifikant erhöht, sich stärker am Wettbewerb zu orientieren, ihre Ressourcen in Leitprojekten und Kompetenzzentren zu bündeln, ihre Forschung intensiver an außerwissenschaftlichen industriellen Relevanzen auszurichten und sie enger mit der Wirtschaft zu verknüpfen (Rammer u. a. 2004: 132-142).

c) Erosion oder Transformation nationaler Politiken?

Damit werden Konturen einer neujustierten Technologie- und Innovationspolitik sichtbar, die erkennbar über den klassischen Rahmen einer selektiven Forschungsförderung, der Finanzierung von Großprojekten und der Förderung nationaler Champions hinausreicht. Sie zielt im Kern auf eine auch für ausländische Interessenten attraktive infrastrukturelle und institutionelle Restrukturierung des eigenen Innovationsraums, die vor allem über Wettbewerbs-, Vernetzungs- und Fokussierungsinitiativen betrieben wird. Die Adressaten dieser Politik sind nicht mehr bloß einzelne bedeutende Akteure (wie Großunternehmen), sondern zunehmend auch neue Akteure und Akteurnetzwerke, die sich im Zuge staatlicher Initiativen oft erst formieren und sich im Wettbewerb mit anderen durchzusetzen haben.

Mit diesen neuen kontextorientierten Gestaltungsansätzen, die weniger auf die direkte Förderung neuer Technologien als auf die Verbesserung der Rahmenbedingungen der Innovationstätigkeit abzielen, kann die Politik durchaus Struktureffekte erzeugen. So ist es mit entsprechenden politischen Initiativen, unterstützt durch staatliche Deregulierungspolitiken z. B. im Telekommunikations- und Energiesektor, nach ersten, in die achtziger Jahre zurückreichenden und seinerzeit fehlgeschlagenen Anläufen seit Mitte der neunziger Jahre gelungen, einen Sektor junger Start-up-Firmen vor allem im Umfeld der I&K-Technologien und der Biotechnologie zu etablieren, den es bis dahin in Deutschland nicht gab (BMBF 2004a: 510 f.; für die Biotechnologie Dolata 2003a: 178-185). Vor allem über die Initiierung und Durchführung von Wettbewerben hat die Politik auch die regionale Vernetzung relevanter Akteure und die Herausbildung neuer High-Technology-Cluster stimulieren können. Und schließlich hat sie in den vergangenen Jahren eine weit reichende Restrukturierung der öffentlichen Forschungs- und Wissenschaftssysteme in Richtung Wettbewerb und Ressourcenkonkurrenz, Schwerpunktbildung und Transferorientierung in Gang gesetzt. Was zunächst wie eine Rücknahme staatlicher Gestaltungsansprüche und -möglichkeiten aussieht – eine unmittelbare politische Einwirkung auf die konkreten Entwicklungspfade neuer Techniken wird heute kaum mehr angestrebt –, entpuppt sich bei genauerer Betrachtung als zwar indirekte, aber doch impulssetzende Einflussnahme auf die infrastrukturellen, institutionellen und regulativen Rahmenbedingungen des Forschungs- und Innovationsgeschehens.

Allerdings vollziehen sich die hier skizzierten technologie- und innovationspolitischen Neujustierungen vor allem in den großen Ländern keineswegs als radikaler Neubeginn und Bruch mit der klassischen Forschungs- und Technologiepolitik, sondern als schrittweise Umorientierung und zum Teil widersprüchliche, dem Trial-and-Error-Prinzip folgende Einpassung neuer Politikelemente in weiter bestehende Handlungsmuster und Schwerpunktsetzungen. So ist in Deutschland (und auch in Frankreich) die Persistenz klassischer Muster der Innovationsförderung vor allem im Bereich der Großtechnologien (z. B. Transrapid, Weltraumforschung, Verkehrstelematik) offenkundig, denen nach wie vor ein beträchtliches Gewicht im staatlichen Förderprofil zukommt und in denen der Staat auch heute „mit dem klassischen Repertoire der direkten Intervention, der direkten Projektförderung, der Marktabschottung, der Förderung nationaler Champions und des Einsatzes von Nachfrage-Macht agiert.“ (Weyer 2004: hier 24; vgl. auch Monopolkommission 2004)

Ähnlich augenfällig ist die Persistenz klassischer Muster politischer Entscheidungsfindung: Der kooperative Staat, der im Vorfeld von Entscheidungsfindungen auf den Sachverstand außerstaatlicher Akteure zurückgreift und deren Interessen – in der Regel nach Macht, Einfluss und Standortrelevanz gewichtet – berücksichtigt, stellt sich an seiner Spitze auch heute als korporatistisch verfasster Staat dar, der „harte“ Themen wie forschungs- und technologiepolitische Grundsatzentscheidungen, wirtschafts- und innovationspolitische Initiativen oder rechtliche Regelungsbedarfe in aller Regel mit einem exklusiven Kreis aus Vertretern der Großunternehmen, der Wirtschafts- und der Wissenschaftsverbände vorverhandelt. Neue industrielle (z. B. Vertreter von Start-up-Firmen) oder zivilgesellschaftliche Akteure, die gesellschaftliche Technikkontroversen repräsentieren (z. B. Verbraucher- und Umweltschutzverbände, Öko-Institute, kritische Wissenschaftler), spielen in diesen Kernbereichen politischer Strategie- und Entscheidungsfindung dagegen nach wie vor keine wesentliche Rolle (Saretzki 1997; Dolata 2003a: 282-303).²¹ Die Frage, wie sich ambivalente Technikhaltungen, gesellschaftliche Technikkontroversen und technikkritischer Sachverstand systematisch auch in entscheidungsrelevante politische Gremien institutionell erfassen und produktiv nutzen lassen, ist nach wie vor unbeantwortet.

Schließlich ist es trotz entsprechender staatlichen Initiativen bislang nicht gelungen, das klassische technologische Spezialisierungsprofil Deutschlands signifikant in die Richtung neuer Querschnittstechnologien zu verschieben. Auch 2006 entfallen etwa 79 % der FuE-Gesamtaufwendungen des Wirtschaftssektors auf den Kraftfahrzeugbau (33,1 %), die Elektrotechnik (18,9 %), die chemisch-pharmazeutische Industrie (18,3 %) und den Maschinenbau (8,5 %). Besonders auffällig ist die starke und zunehmende Automobillastigkeit des deutschen Forschungs- und Innovationsstandorts: Die Unternehmen des Kraftfahrzeugbaus haben ihre jährlichen FuE-Aufwendungen in Deutschland seit Mitte der

21 Auch der Anfang 2004 vom damaligen deutschen Bundeskanzler einberufene Innovationsrat stand in dieser Tradition korporatistischer Entscheidungsfindung: Seine Mitglieder setzten sich ausschließlich aus Vertretern der Regierung, der Industrie, der Wissenschaftsverbände und der Gewerkschaften zusammen.

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

neunziger Jahre mehr als verdoppelt und sind mittlerweile für ein Drittel der FuE-Gesamtaufwendungen der bundesdeutschen Wirtschaft verantwortlich. Demgegenüber lag ihr Anteil 1995 erst bei knapp 23 % (Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2005). Die Automobilindustrie ist heute der zentrale industrielle Eckpfeiler des Forschungs- und Innovationsstandorts Deutschland.

Hinzu kommt, dass die skizzierten neuen Ansätze und Schwerpunkte der Technologie- und Innovationspolitik durchaus auch dort, wo sie greifen, problematische Struktureffekte befördern können. So besteht z. B. die Gefahr einer asymmetrischen Regionenentwicklung durch staatliche Wettbewerbsinitiativen, die dem „Picking the winners“-Prinzip folgen und die ohnehin besten Regionen zusätzlich fördern (Dohse 2003). Auch die starke Fokussierung der deutschen Forschungs- und Wissenschaftspolitik auf die industrielle Verwertbarkeit der akademischen Forschung, auf nationale Leitprojekte und Kompetenzzentren kann kontraproduktive Effekte erzeugen: Die entsprechenden staatlichen Initiativen und Förderkonzepte orientieren sich in hohem Maße an der Leitorientierung der außerwissenschaftlichen ökonomischen Relevanz, Anwendungs- und Transferorientierung der akademischen Forschung – und unterschätzen, dass die Entwicklung neuer wissenschaftlicher Technikfelder nicht nur in ihrer Frühphase, sondern auch mit ihrer zunehmenden Anwendungsnähe über längere Zeiträume stark von den zweckfreien Spielräumen der Grundlagenforschung abhängt und geprägt wird. Zudem konzentrieren sich die staatlichen Initiativen und Fördermittel zunehmend auf die Herausbildung von Eliteeinrichtungen, Leitprojekten und (nationalen) Kompetenzzentren der Forschung – und drohen damit vor dem Hintergrund zugleich sehr restriktiver öffentlicher Finanzrahmen das stark differenzierte, dezentral strukturierte und auch in der Breite qualitativ sehr gute deutsche Forschungssystem aus der Balance zu bringen (Meyer-Krahmer 2000).²²

Auch die Gestaltungskraft, die die neuen technologiepolitischen Schwerpunktsetzungen und Initiativen entfalten können, ist begrenzt, deren Wirkungen sind zum Teil widersprüchlich oder auch kontraproduktiv. Gleichwohl kann von einer „Erosion des staatlichen Steuerungspotenzials in der Forschungs- und Technologiepolitik“ (Grande 1994, 2001b) keine Rede sein. Die großen Nationalstaaten sind nicht nur die zentralen technologie- und innovationspolitischen Instanzen im Mehrebenensystem geblieben: Sie haben sich weder aus dem technologie- und innovationspolitischen Geschehen verabschiedet noch sind sie zu verzichtbaren Größen des Forschungs- und Innovationsprozesses geworden. Sie verfügen auch über Ansatzpunkte und Instrumente, mit denen sich keineswegs belanglose Struktureffekte erzielen lassen – wie immer man diese im Einzelnen auch bewerten mag.

22 Gegenläufig zur forschungs- und innovationspolitischen Rhetorik ist der Anteil des Staates an der Finanzierung von FuE in Deutschland seit Mitte der neunziger Jahre deutlich zurückgegangen: Während der staatliche Anteil an den Bruttoinlandsaufwendungen für FuE, mit denen die internen Aufwendungen aller FuE finanzierenden Sektoren erfasst werden, 1995 noch bei 37,9 % lag (Beitrag der Wirtschaft: 60 %), betrug er 2004 nur mehr 30,4 % (Wirtschaft: 67 %). Dies nährt schon früher geäußerte und nun auch vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft vorgebrachte Befürchtungen einer zunehmenden Schwächung der vor allem aus staatlichen Mitteln zu finanzierenden grundlagenorientierten Forschung (Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2005).

Ulrich Dolata

Literatur

- Archibugi, Daniele/Howells, Jeremy/Michie, Jonathan (Hrsg.)*, 1999: Innovation Policy in a Global Economy, Cambridge.
- Archibugi, Daniele/Iammarino, Simona*, 1999: The policy implications of the globalisation of innovation, in: *Research Policy* 28, 317-336.
- Banchoff, Thomas*, 2002: Institutions, Inertia and European Union Research Policy, in: *Journal of Common Market Studies* 1, 1-21.
- Bauer, Martin (Hrsg.)*, 1995: Resistance to new technology, Cambridge.
- Bauer, Martin W. / Gaskell, George (Hrsg.)*, 2002: Biotechnology – the Making of a Global Controversy, Cambridge (UK).
- Behrens, Maria*, 2002: Internationale Technologiepolitik. Politische Gestaltungschancen und -probleme neuer Technologien im internationalen Mehrebenensystem, Hagen (polis Nr. 56/2002).
- Belitz, Heike*, 2004: Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen, Berlin (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung: Studien zum deutschen Innovationssystem 8-2004).
- BMBF (Hrsg.)*, 2002a: Faktenbericht Forschung 2002, Bonn.
- BMBF (Hrsg.)*, 2002b: Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2001, Bonn.
- BMBF (Hrsg.)*, 2002c: im Detail. Bundesministerium für Bildung und Forschung 1998-2002, Bonn.
- BMBF (Hrsg.)*, 2002d: Das 6. Forschungsrahmenprogramm. Chance für Deutschland und Europa, Bonn.
- BMBF (Hrsg.)*, 2003: Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2002, Bonn.
- BMBF (Hrsg.)*, 2004a: Bundesbericht Forschung 2004, Bonn.
- BMBF (Hrsg.)*, 2004b: Kernforderungen der Bundesregierung an das 7. EU-Forschungsrahmenprogramm ‚Den europäischen Forschungsraum voranbringen!‘ (Bundesministerium für Bildung und Forschung, Referat 113, 26.11.2004), o. O.
- BMBF (Hrsg.)*, 2006: Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2006, Berlin.
- Borrás, Susana*, 2003: The Innovation Policy of the European Union, Cheltenham.
- Borrás, Susana*, 2004: System of innovation theory and the European Union, in: *Science and Public Policy* 6, 425-433.
- Braczyk, Hans-Joachim/Cooke, Philip/Heidenreich, Martin (Hrsg.)*, 1998: Regional Innovation Systems, London.
- Braun, Dietmar*, 1997: Die politische Steuerung der Wissenschaft. Ein Beitrag zum „kooperativen Staat“, Frankfurt a. M./New York.
- Bresnahan, Timothy F./Malerba, Franco*, 1999: Industrial Dynamics and the Evolution of Firms' and Nations' Competitive Capabilities in the World Computer Industry, in: *Mowery/Nelson* 1999, 79-132.
- BRIE-IGCC E-economy Project (Hrsg.)*, 2001: Tracking a Transformation. E-commerce and the Terms of Competition in Industries, Washington D. C.

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

- Cairncross, Frances*, 1997: *The Death of Distance – how the communications revolution will change our lives*, Cambridge.
- Carlsson, Bo/Mudambi, Ram*, 2003: *Globalization, Entrepreneurship, and Public Policy: A Systems View*, in: *Industry and Innovation* 1, 103-116.
- Chesnais, Francois/Ietto-Gillies, Grazia*, 2000: *Developing a European policy framework in the face of globalization*, in: *Francois Chesnais/Grazia Ietto-Gillies/Roberto Simonetti (Hrsg.), European Integration and Global Corporate Strategies*, London/New York, 238-253.
- Diederer, Paul/Stoneman, Paul/Toivanen, Otto/Wolters, Arjan (Hrsg.)*, 1999: *Innovation and Research Policies. An International Comparative Analysis*, Cheltenham.
- Dohse, Dirk*, 1998: *The BioRegio-Contest – a new Approach to Technology Policy and its Regional Consequences*, Kiel (The Kiel Institute of World Economics: Kiel Working Paper No. 880).
- Dohse, Dirk*, 2003: *Taking Regions Seriously: Recent Innovations in German Technology Policy*, in: *Johannes Bröcker/Dirk Dohse/Rüdiger Soltwedel (Hrsg.), Innovation Clusters and Interregional Competition*, Berlin, 372-394.
- Dolata, Ulrich*, 1992: *Weltmarktorientierte Modernisierung. Die ökonomische Regulierung des wissenschaftlich-technischen Umbruchs in der Bundesrepublik*, Frankfurt a. M./New York.
- Dolata, Ulrich*, 1996: *Politische Ökonomie der Gentechnik. Konzernstrategien, Forschungsprogramme, Technologiewettläufe*, Berlin.
- Dolata, Ulrich*, 2000: *Allianzen, Kooperationen, Netzwerke. Formen und Funktionsweisen industrieller Zusammenarbeit in Hochtechnologisektoren*, in: *Rudolf Hickel u. a. (Hrsg.), Politik des Kapitals – heute. Festschrift zum 60. Geburtstag von Jörg Hufschmid*, Hamburg, 279-289.
- Dolata, Ulrich*, 2003a: *Unternehmen Technik. Akteure, Interaktionsmuster und strukturelle Kontexte der Technikentwicklung: Ein Theorierahmen*, Berlin.
- Dolata, Ulrich*, 2003b: *International Innovative Activities, National Technology Competition and European Integration Efforts*, in: *Edler/Kuhlmann/Behrens 2003*, 271-289.
- Dolata, Ulrich (Hrsg.)*, 2005: *Nationale Politiken unter den Bedingungen der Globalisierung*, in: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 1, 3-94.
- Edler, Jakob/Boekholt, Patries u. a.*, 2001: *Internationalisierungsstrategien in der Wissenschafts- und Forschungspolitik: Best Practices im internationalen Vergleich. Studie für das BMBF*, Bonn.
- Edler, Jakob/Kuhlmann, Stefan*, 2005: *Towards One System? The European Research Area Initiative, the Integration of Research Systems and the Changing Leeway of National Policies*, in: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 1, 59-68.
- Edler, Jakob/Kuhlmann, Stefan/Behrens, Maria (Hrsg.)*, 2003: *Changing Governance of European Research and Technology Policy. The European Research Area*, Cheltenham.
- Edquist, Charles (Hrsg.)*, 1997: *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*, London/Washington.

Ulrich Dolata

- Eickelpasch, Alexander/Fritsch, Michael*, 2005: Contests for cooperation – A new approach in German innovation policy, in: *Research Policy* 34, 1269-1282.
- Enquete-Kommission (Hrsg.)*, 2001: Zwischenbericht der Enquete-Kommission ‚Globalisierung der Weltwirtschaft – Herausforderungen und Antworten‘, Berlin (Deutscher Bundestag: BT-DrS 14/6910).
- Etzkowitz, Henry*, 2003: Research groups as ‚quasi-firms‘: the invention of the entrepreneurial university, in: *Research Policy* 32, 109-121.
- Etzkowitz, Henry/Leydesdorff, Loet (Hrsg.)*, 1997: Universities and the Global Knowledge Economy. A Triple Helix of University-Industry-Government Relations, London/Washington.
- Etzkowitz, Henry/Leydesdorff, Loet*, 2000: The dynamics of innovation: from National Systems and „Mode 2“ to a Triple Helix of university-industry-government relations, in: *Research Policy* 29, 109-123.
- EU-Commission (Hrsg.)*, 2000: Towards a European research area, Brussels (COM [2000]6).
- EU-Commission (Hrsg.)*, 2002: The European research area: Providing new momentum. Strengthening – Reorienting – Opening up new perspectives, Brussels (KOM[2002]565).
- EU-Commission (Hrsg.)*, 2003: In die Forschung investieren: Aktionsplan für Europa, Brüssel (KOM[2003]226).
- Feldman, Maryann P.*, 1994: *The Geography of Innovation*, Dordrecht.
- Gambardella, Alfonso/Malerba, Franco (Hrsg.)*, 1999: *The Organization of Economic Innovation in Europe*, Cambridge UK.
- Gerybadze, Alexander/Meyer-Krahmer, Frieder/Reger, Guido*, 1997: *Globales Management von Forschung und Innovation*, Stuttgart.
- Grande, Edgar*, 1994: Die Erosion des staatlichen Steuerungspotentials in der Forschungs- und Technologiepolitik, in: Werner Fricke (Hrsg.), *Jahrbuch Arbeit und Technik* 1994, Bonn, 243-253.
- Grande, Edgar*, 2001a: Politik und Technik, in: Günter Ropohl (Hrsg.), *Erträge der Interdisziplinären Technikforschung. Eine Bilanz nach 20 Jahren*, Berlin, 181-194.
- Grande, Edgar*, 2001b: Von der Technologie- zur Innovationspolitik – Europäische Forschungs- und Technologiepolitik im Zeitalter der Globalisierung, in: Simonis/Martinsen/Saretzki 2001, 368-387.
- Grande, Edgar*, 2001c: The erosion of state capacity and the European innovation policy dilemma. A comparison of German and EU information technology policies, in: *Research Policy* 30, 905-921.
- Grimmer, Klaus/Häusler, Jürgen/Kuhlmann, Stefan/Simonis, Georg (Hrsg.)*, 1992: *Politische Techniksteuerung*, Opladen.
- Grimmer, Klaus/Kuhlmann, Stefan/Meyer-Krahmer, Frieder (Hrsg.)*, 1999: *Innovationspolitik in globalisierten Arenen*, Opladen.

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

- Grupp, Hariolf/Legler, Harald/Licht, Georg, 2004: Technologie und Qualifikation für neue Märkte. Ergänzender Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2003-2004, Bonn.*
- Hack, Lothar, 1998: Technologietransfer und Wissenstransformation. Zur Globalisierung der Forschungsorganisation von Siemens, Münster.*
- Hagedoorn, John, 1996: The Economics of Cooperation among High-Tech-Firms – Trends and Patterns in Strategic Technology Partnering since the Early Seventies, in: Georg Koopmann/Hans-Eckart Scharrer (Hrsg.), The Economics of High-Technology Competition and Cooperation in Global Markets, Baden-Baden, 173-198.*
- Hagedoorn, John/Link, Albert N./Nonortas, Nicholas S., 2000: Research partnerships, in: Research Policy 29, 567-586.*
- Hall, Peter A./Soskice, David, 2001: Varieties of Capitalism. The Institutional Foundations of Comparative Advantage, Oxford.*
- Hampel, Jürgen, 2005: Technik-, Akzeptanz- und Risikodiskurse: Europäisierung der Debatten oder nationale Signaturen?, in: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 1, 78-85.*
- Hampel, Jürgen/Renn, Ortwin (Hrsg.), 1999: Gentechnik in der Öffentlichkeit. Wahrnehmung und Bewertung einer umstrittenen Technologie, Frankfurt a. M./New York.*
- Hauff, Volker/Scharpf, Fritz W., 1975: Modernisierung der Volkswirtschaft. Technologiepolitik als Strukturpolitik, Köln.*
- Heng, Stefan/Schaaf, Jürgen, 2002: Standortwahl in der vernetzten Welt: Kein Ende der Distanz, in: Deutsche Bank Research (Hrsg.), E-economics 30, 1-11.*
- Hollingsworth, J. Rogers, 2000: Doing Institutional Analysis: Implications for the Study of Innovations, in: Review of International Political Economy 7, 595-644.*
- Ichbiah, Daniel/Knepper, Susan L., 1991: The Making of Microsoft, Rockland.*
- Jacob, Klaus/Volkery, Axel, 2005: Europäische Rechtsetzung: Die Auseinandersetzungen zur Europäischen Chemikalienpolitik REACH und die Rolle nationaler Regierungen und Akteure im Policy-Prozess, in: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 1, 69-77.*
- Jessop, Bob, 2002: The Future of the Capitalist State, Cambridge.*
- Kubicek, Herbert, 1997: Das Internet auf dem Weg zum Massenmedium? Ein Versuch, Lehren aus der Geschichte alter und anderer neuer Medien zu ziehen, in: Raymund Werle/Christa Lang (Hrsg.), Modell Internet? Entwicklungsperspektiven neuer Kommunikationsnetze, Frankfurt a. M./New York, 213-239.*
- Kuhlmann, Stefan, 1999: Politisches System und Innovationssystem in „postnationalen“ Arenen, in: Grimmer/Kuhlmann/Meyer-Krahmer 1999, 111-139.*
- Kuhlmann, Stefan, 2001: Future Governance of innovation policy in Europe – three scenarios, in: Research Policy 20, 953-976.*
- Larédo, Philippe/Mustar, Philippe, 2001: Research and Innovation Policies in the New Global Economy. An International Comparative Analysis, Cheltenham.*

Ulrich Dolata

- Lawton, Thomas C.*, 1999: Fostering Invention and Innovation: Europe's collaborative R&TD initiatives, in: Thomas C. Lawton (Hrsg.), *European Industrial Policy and Competitiveness. Concepts and Instruments*, Basingstoke, 23-48.
- Legler, Harald/Gehrke, Birgit/Schasse, Ulrich u. a.*, 2004: Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft, Hannover (Studien zum deutschen Innovationssystem 10-2004).
- Martinsen, Renate*, 1995: Der „lernende Staat“ als neues Paradigma der politischen Techniksteuerung, in: *Martinsen/Simonis 1995*, 13-30.
- Martinsen, Renate/Simonis, Georg (Hrsg.)*, 1995: *Paradigmenwechsel in der Technologiepolitik?*, Opladen.
- Metcalfe, J. S.*, 1997: Science policy and technology policy in a competitive economy, in: *International Journal of Social Economics 7/8/9*, 723-740.
- Meyer-Krahmer, Frieder*, 1999: Was bedeutet Globalisierung für Aufgaben und Handlungsspielräume nationaler Innovationspolitiken?, in: *Grimmer/Kuhlmann/Meyer-Krahmer 1999*, 43-73.
- Meyer-Krahmer, Frieder*, 2000: Forschungs- und Innovationsförderung in der Bundesrepublik Deutschland: Stärken und Schwächen im europäischen und internationalen Vergleich, in: *Institut für Weltwirtschaft und Internationales Management (Hrsg.)*, *Innovation als Schlüsselfaktor eines erfolgreichen Wirtschaftsstandortes*, Münster, 113–136.
- Meyer-Krahmer, Frieder/Kuntze, Uwe*, 1992: Bestandsaufnahme der Forschungs- und Technologiepolitik, in: *Grimmer u. a. 1992*, 95-118.
- Monopolkommission*, 2004: *Wettbewerbspolitik im Schatten „Nationaler Champions“*. Fünfzehntes Hauptgutachten 2002/2003, Berlin (Kurzfassung).
- Mowery, David C./Nelson, Richard R. (Hrsg.)*, 1999: *Sources of Industrial Leadership. Studies of Seven Industries*, Cambridge.
- Nelson, Richard R. (Hrsg.)*, 1993: *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, New York/Oxford.
- OECD (Hrsg.)*, 2000: *Science, Technology and Industry Outlook 2000*, Paris.
- Ohmae, Kenichi*, 1990: *The Borderless World: Management Lessons in the New Logic of the Global Market Place*, London.
- Ohmae, Kenichi*, 1995: *The End of the Nation State: The Rise of Regional Economies*, New York.
- Parker, Rachel*, 1999: From National Champions to Small and Medium Sized Enterprises: Changing Policy Emphasis in France, Germany and Sweden, in: *Journal of Public Policy 1*, 63-89.
- Patel, Parimal*, 1995: Localised production of technology for global markets, in: *Cambridge Journal of Economics 1*, 141-153.
- Paulsen, Thomas/Fröhlich, Manuel/Lamatsch, Dorothea*, 2000: *Von Amerika lernen? Schlüsselbereiche der deutschen Forschungslandschaft im internationalen Vergleich. Eine Studie zur Informations- und Biotechnologie*, München (CAP Working-Paper).

Technologie- und Innovationspolitik im globalen Wettbewerb

- Pavitt, Keith*, 1998: The inevitable limits of EU R&D funding, in: *Research Policy* 27, 559-568.
- Pavitt, Keith/Patel, Pari*, 1999: Large firms in Europe's innovative activity, in: *Gambardella/Malerba* 1999, 24-41.
- Peterson, John/Sharp, Margaret*, 1998: *Technology Policy in the European Union*, London.
- Porter, Michael E.*, 1989: *The Competitive Advantage of Nations*, New York.
- Prange, Heiko*, 2003: Technologie- und Innovationspolitik in Europa: Handlungsspielräume im Mehrebenensystem, in: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 2, 11-20.
- Rammer, Christian/Polt, Wolfgang/Engeln, Jürgen/Licht, Georg/Schibany, Andreas*, 2004: Internationale Trends der Forschungs- und Innovationspolitik. Fällt Deutschland zurück?, Baden-Baden.
- Saretzki, Thomas*, 1997: Demokratisierung von Expertise? Zur politischen Dynamik der Wissensgesellschaft, in: Ansgar Klein/Rainer Schmalz-Bruns (Hrsg.), *Politische Beteiligung und Bürgerengagement in Deutschland. Möglichkeiten und Grenzen*, Baden-Baden, 277-313.
- Senker, J./van Zwanenberg, P. u. a.*, 2001: *European Biotechnology Innovation Systems. Final Report (TSER Project No. SOE1-CT98-117, Oct. 2001)*.
- Simonis, Georg*, 1992: Forschungsstrategische Überlegungen zur politischen Techniksteuerung, in: *Grimmer u. a.* 1992, 13-50.
- Simonis, Georg/Martinsen, Renate/Saretzki, Thomas (Hrsg.)*, 2001: *Politik und Technik. Analysen zum Verhältnis von technologischem und staatlichem Wandel am Anfang des 21. Jahrhunderts (PVS Sonderheft 31)*, Opladen.
- Stifterverband für die deutsche Wissenschaft (Hrsg.)*, 2005: *FuE-Info* 2, o. O.
- Stucke, Andreas*, 1993: *Institutionalisierung der Forschungspolitik. Entstehung, Entwicklung und Steuerungsprobleme des Bundesforschungsministeriums*, Frankfurt a. M./New York.
- Weyer, Johannes*, 2004: *Innovationen fördern – aber wie? Zur Rolle des Staates in der Innovationspolitik*, Dortmund (Soziologische Arbeitspapiere Nr. 3/März 2004).
- Willke, Helmut*, 2001: *Atopia. Studien zur atopischen Gesellschaft*, Frankfurt a. M.

Korrespondenzanschrift:

PD Dr. Ulrich Dolata
 Universität Bremen
 artec – Forschungszentrum Nachhaltigkeit
 Postfach 330440
 28334 Bremen
 E-Mail: dolata@artec.uni-bremen.de
 Web: <http://www.artec.uni-bremen.de/team/dolata>

