

DIW Diskussionspapiere Discussion Papers

Discussion Paper No. 159

Prinzipien moderner Technologiepolitik

von

Georg Erber

Berlin, Januar 1998

JEL-Classification: O38

**Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
Königin-Luise-Str. 5
D-14191 Berlin**

Tel. 030-89789-697, FAX. 030-89789-200

E-Mail. GERBER@DIW-Berlin.DE

Vortrag zum Workshop: „Regionale und nationale Handlungsmöglichkeiten der Wirtschaftspolitik bei fortschreitender Globalisierung“ veranstaltet vom Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein am 14. November 1997 in Kiel

Abstract:

During the last decade a number of principles of modern technology policy emerged from the intensive debate on efficient designs of technology policy to encourage and strengthen the competitiveness of economies. While at the beginning national innovation systems like national economies seemed to be a sufficient framework the ongoing process of globalization of knowledge production and its rapid diffusion changed the perspective. However, each country as a distinct location in a global economy and in an emerging global innovation system has to develop its particular competence to become or remain an attractive partner. A number of principles should be applied as guide lines to design and evaluate the respective technology policy. Nine principles are proposed in the paper. Starting with the distinction of mission versus diffusion oriented technology policies one objective of modern technology policy is to search for an adequate policy mix. Next the concept of network development in innovation systems looks for ways to increase the efficiency of the innovation system. Each institution of the innovation system should become part of a competence centre which link research institutions with innovative companies and government agencies involved in the funding and regulation process of innovation, forming something like a triple helix, a term proposed by Leydesdorff. Competence centres link to each other in the innovation system and compete with others to win market shares in the innovation system. Furthermore each organisation should apply internally and externally the principles of learning with those of lean research organisations. The basic framework, however, to ensure efficiency in the innovation system is that the government establishes a legal and regulatory framework to foster institutional competition in the innovation system so that inefficient institutions are replaced by efficient ones through a self-selection process. Selection might be accomplished by a market mechanism or a continuous evaluation of institutions. Without sufficient scientific reputation or market success no institution should be entitled to permanent funding from public or private sources. The theoretical perfect split of public and private financing would be given by the difference between the private and social rate of return of an innovation activity, so that only the amount of positive externalities which cannot be internalised by private sources should be financed by public ones. Furthermore, giving financial subsidies to institutions should reflect that public funding should be judged by the principle of sustainable economic and social impacts on the innovation system. Since the innovation process usually is associated with the willingness to take risks and face uncertainties one should apply and develop modern techniques of risk analysis and risk control to increase the returns of investments in an innovation activity. Finally, one should take care that the subsidiary principle with respect to the policy institutions is applied especially in the context of diffusion and mission oriented technology policy. On the regional level diffusion policy should be at the centre stage while on the national level governments or even transnational organisations like the EU should concentrate on mission oriented technology policy and on the issue to establish a framework for institutional competition in the innovation system so that each institution in the innovation system faces a level playing field. For Germany in all areas of mission and diffusion oriented technology policy exist substantial inefficiencies. The first and most decisive step to reform, however, would be the introduction of institutional competition in this area to encourage a self-reorganisation process of institutions. Without institutional competition the current funding system has only marginal incentives to overcome their internal inertia. Since there is little or no risk of failure for current institutions, there is a substantial reluctance to rapidly adjust to the changed environment of a globalizing innovation system. Countries or regions, however, who will lead this transition to more efficient innovations systems in a global environment will be significantly more rewarded than those who follow behind. The regions where competence centres in the global innovations system are located will acquire the highest long-term per capita income increases for their regions in the future knowledge based global economy because they enable the region to simultaneously push forward the knowledge frontier and internalise the economic and social benefits of a global knowledge base most efficiently.

1. Einführung

Die Technologiepolitik der Bundesrepublik Deutschland steht im Zuge weltweit sich vollziehender tiefgreifender Veränderungen im Rahmen eines intensiveren globalen Wettbewerbs¹ und dramatischer technologischer Durchbrüche - hervorzuheben sind hier die Bereiche der Informations- und Kommunikationstechnologien und der Biotechnologie insbesondere der Gentechnologie - vor der Aufgabe einer grundlegenden Neubestimmung ihrer Ziele und einer Reorganisation der ordnungspolitischen und institutionellen Rahmenbedingungen.

Eine Förderung durch den Einsatz staatlicher Institutionen und Mittel setzt jedoch ein wohlbegründetes Marktversagen voraus, daß durch staatliche Institutionen kompensiert werden kann, d.h. kein äquivalentes oder sogar noch ineffizientere Form von Staatsversagen impliziert. Mithin hat staatliches Handeln sich durch den konkreten Effizienzbeweis der jeweiligen Technologiepolitik zu legitimieren. Gelingt dies auch öffentlich glaubwürdig darzustellen, so wird es einer solchen Politik nicht an ihrer demokratischen Legitimation fehlen. Probleme entstehen immer dann, wenn diese Wirkungskette einer konsensfähigen Technologiepolitik durch Inkonsistenzen auch nur in Einzelbereichen gestört ist. Die Folge sind Legitimationsprobleme, die zu schwierigen Konfliktlagen führen können, mit der Folge, daß durch wechselnde politische Mehrheiten eine Kontinuität einer einmal gewählten technologiepolitischen Strategie nicht mehr sichergestellt wird. Damit fehlt es an den für viele langfristig ausgerichteten Aktivitäten der Technologieentwicklung und -diffusion erforderlichen stabilen politischen Rahmenbedingungen. Die Folge sind erhebliche Ineffizienzen und damit verbunden Wohlfahrtsverluste. Ein beredtes Beispiel hierfür war in der Vergangenheit der Bereich der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland.

Ergös (1986) hat als sinnvolle Unterscheidung technologiepolitischer Konzeptionen eine Klassifikation in missions- und diffusionsorientierte vorgeschlagen. Während die missionsorientierte ein konkretes Ziel im Sinne der Erreichung technologischer Durchbrüche anvisiert, ist die Zielsetzung der diffusionsorientierten Technolo-

¹ Der technologischen Leistungsfähigkeit der Industrieländer und somit auch Deutschlands wird dabei eine zentrale Rolle im internationalen Standortwettbewerb zugewiesen, um nachhaltig gegen den Wettbewerbsdruck der *newly industrializing countries* in vielen traditionellen aber auch bereits zukunftsweisenden Wirtschaftsbereichen standhalten zu können (vgl. Straßberger et al., 1996).

giepolitik auf Breitenwirkung vorhandenen technischen Wissens angelegt, um so den gesamtgesellschaftlichen Nutzen vorhandener Technologiepotentiale zu steigern. Diese Unterscheidung ist auch erneut in der aktuellen technologiepolitischen Diskussion von Stolpe (1996) aufgegriffen worden.

Im folgenden wird die Auffassung vertreten, daß es hinsichtlich der effizienten Gestaltung der Technologiepolitik deshalb darum geht, einen adäquaten *policy mix* aus beiden Formen der Technologiepolitik zu entwickeln. Traditionell wurde in der Vergangenheit auch in der Bundesrepublik Deutschland der Erweiterung der Wissensbasis, d.h. einer missionsorientierten Technologiepolitik, ein hoher Stellenwert zuerkannt, so daß zu einem erheblichen Teil Mittel insbesondere in die Förderung von technologischen Großprojekten und Großforschungseinrichtungen investiert wurden, um hierdurch die technologische Wissensbasis zu erweitern. Damit sollte eine technologische Lücke zu den anderen westlichen Industrieländern geschlossen werden, die nach dem zweiten Weltkrieg in den Bereichen der Luft- und Raumfahrt, Kernenergie und Informations- und Nachrichtentechnik entstanden war. Diese Ausrichtung erweist sich jedoch zunehmend als problematisch, wenn es - was offensichtlich der Fall ist - das dort generierte Wissen nicht oder kaum in die Wirtschaft diffundiert oder - weil eine wirtschaftliche Nutzung aufgrund geringer erkennbarer wirtschaftlicher Nutzungspotentiale oder vorhandener Kosteneffizienzen der Technologien - deren Anwendung unzweckmäßig ist.

Da der technische Fortschritt als einer der wesentlichen Faktoren des Wirtschaftswachstums und damit verbunden der Steigerung des Wohlstands der Gesellschaft anzusehen ist, kann dieser Bereich auch nicht gesellschaftspolitisch wertneutral behandelt werden. Insbesondere die aktuellen Probleme der Bundesrepublik Deutschland wie auch zahlreicher anderer EU-Länder, die durch niedriges Wirtschaftswachstum und hohe Arbeitslosigkeit gekennzeichnet sind, werfen die Frage auf, warum der technische Fortschritt als Wachstumsmotor nicht mehr im gleichen Maße funktioniert, wie er dies bis Mitte der 1970er Jahre zu leisten vermochte.²

² Das Rätsel, der allgemein seit Mitte der 1970er Jahre zu beobachtende *productivity slow-down*, wird noch unverständlicher, wenn man bedenkt, daß die neue Wachstumstheorie endogenes Wachstum durch intensiveren Einsatz von Ressourcen für die Wissensgenerierung erklärt, und bis Ende der 1980er Jahre fast alle wichtigen Industrieländer ihren Ressourceneinsatz hierfür deutlich intensiviert haben (vgl. z.B. Erber, 1996).

Da Technologiepolitik aufgrund ihrer Zielsetzung eine Mitverantwortung für das Ergebnis der gesamtgesellschaftlichen Rate des technischen Fortschritts übernimmt, fällt ihr ein Legitimationsproblem zu, weshalb es ihr gegenwärtig nicht gelingt die wirtschaftliche Entwicklung weiterhin im bisher gewohnten Umfang positiv zu beeinflussen.

Es stellen sich Fragen wie diese:

- Fehlt es an genügend Potentialen neues technologisches Wissen zu generieren?
- Wird zuviel wirtschaftlich bedeutungsloses Wissen generiert (Stichwort: Allokationsineffizienz)?
- Bestehen Mängel in der Wissensproduktion (Stichwort: sinkende Produktivität, Institutionenineffizienz)?
- Bestehen Mängel in der Nutzung vorhandenen Wissen (Stichwort: geringe Diffusionseffizienz)?

Offensichtlich haben sich Institutionen insbesondere Großforschungseinrichtungen als wenig flexibel erwiesen, sich einem wandelnden gesellschaftlichen Forschungs- und Technologiebedarf aufgrund veränderter gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Nutzungspotentiale anzupassen. Mit dem Abflauen eines auf intensive Nutzung der Kernenergie ausgerichteten Forschungsbedarfs in Deutschland, sind strukturelle bzw. institutionelle Rigiditäten im Bereich der Großforschungseinrichtungen innerhalb der Forschungslandschaft seit längerem erkennbar geworden (vgl. hierzu auch Klodt in seinem Beitrag). Aber auch alle anderen Einrichtungen zur Wissensgenerierung und -distribution bishin zu den Schulen, Universitäten und beruflichen Ausbildungseinrichtungen gehören auf den Prüfstand.

Eine strikte Trennung von Wissensgenerierung durch öffentlich finanzierte Forschungs- und Bildungseinrichtungen und einer nachgelagerten Nutzung wird von daher zunehmend als ineffizient insbesondere auch von Vertretern der Wirtschaft kritisiert. Das lineare Modell der Wissenschafts- und Forschungsorganisation (Grundlagenforschung - angewandte Forschung - technologische Entwicklung) wird

zunehmend in Frage gestellt (vgl. NSF, 1996, p. 4-10; Etzkowitz, 1997). Ziel einer Neugestaltung bei der missionsorientierten Forschungs- und Technologiepolitik wäre daher einen intensiveren Dialog zwischen den Akteuren (Staat - Wissenschaft - Unternehmen) herbeizuführen - wie dies gegenwärtig vorwiegend auf oberster Ebene im Rahmen des Technologierats geschieht, ohne jedoch wie vielfach von Vertretern der Wirtschaft gewünscht, deren Vertretern eine weitreichende Kontrolle über die Forschungsstrategie und Technologiepolitik einzuräumen.³ Gemäß der daraus resultierenden Ergebnisse sollte dann auch eine Reallokation der Ressourcen erfolgen, um die Allokationseffizienz zu erhöhen. Ein Resultat wäre eine neue Form der Arbeitsteilung zwischen den Akteuren zu bestimmen, wie er derzeit mit der Metapher von Etzkowitz (1997) als *triple helix* umschrieben wird. Dabei geht es um eine neue Form der Interaktion von Staat, Wissenschaft und Wirtschaft, die kooperative Elemente mit effizienten Wettbewerbsformen kombiniert. Als Begriff für diese neuen Interaktionsformen, die sich auch zwischen Unternehmen innerhalb moderner Marktwirtschaften abzeichnen, wurde von Nalebuff und Brandenburger (Nalebuff; Brandenburger, 1996) - zwei Ökonomen der Harvard Business School - der Begriff *co-opetition* vorgeschlagen. Dies setzt jedoch auch eigenständige Akteure voraus, die innerhalb bestimmter Rahmenbedingungen miteinander interagieren können.

Ein Ergebnis einer Neubestimmung könnte auch in der Möglichkeit der Schließung bzw. Neugründung von Institutionen zur Technologieentwicklung bestehen, wenn dies der Bedarfsstruktur bei der Wissensgenerierung dient. Oftmals erweisen sich vorhandene Institutionen als nicht flexibel genug, um rasch auf den erforderlichen Wandel zu reagieren. Dies muß nicht ein Mangel der Institutionen sein, sondern kann Ausdruck eines institutionellen *lock-in*-Effekts sein. Institutionen sind in der Regel nur zu graduellen, d.h. evolutorischem, Wandel in der Lage. Die auch im Unternehmensbereich geforderte *re-invention*, d.h. das Sich-Selbst-Neuerfinden, gelingt kaum, da der Schock, der erforderlich wäre, um diesen Wandel herbeizuführen, zwangsläufig als Aufgabe der eigenen Identität einer existierenden Institution empfunden wird. Was Schumpeter als Akt der schöpferischen Zerstörung innerhalb des Inno-

³ Vgl. hierzu zum Beispiel die Auffassungen der IRDAC (Industrial R&D Advisory Committee) zur Rolle der Industrie innerhalb der Diskussion zum 5. Rahmenprogramm der EU und der Errichtung eines *European Industrial Host Fellowship Schemes* (IRDAC, 1997).

vationsprozesses bezeichnet hat, ist auch zu einem nicht unerheblichen Teil Zerstörung von Institutionen, die den neuen Erfordernissen des gesellschaftlichen Wandels aufgrund institutioneller Sklerose nicht gewachsen sind. Ausnahmen, die sich sicherlich finden lassen, bestätigen jedoch eher die Regel, daß nur in seltenen Fällen solch radikale Umbrüche innerhalb einer Institution gelingen.

Aufgrund der allgemeinen Knappheit öffentlicher Mittel ist ein Institutionenwettbewerb hinsichtlich der Generierung gesellschaftlich und wirtschaftlich bedeutsamen Wissens kaum vermeidbar. Es geht dann jedoch insbesondere darum, hierfür faire Spielregeln zu entwickeln, so daß ein effizienter Institutionenwettbewerb möglich wird. Ein Institutionenwettbewerb setzt jedoch auch handlungsfähige Institutionen voraus, d.h. eine angemessene Unabhängigkeit, um die eigene Leistungsfähigkeit gestalten zu können.

Durch die weitgehende Wahrung institutioneller Unabhängigkeit durch öffentliche Mittel geförderter Forschungs- und Technologieeinrichtungen, kann einem zu weitreichenden Einfluß von Partikularinteressen einzelner Wirtschaftsorganisationen, die oftmals auch kurzfristigere Planungshorizonte für zweckmäßig halten, besser entgegengewirkt werden. Eine weitgehende Kontrolle durch Vertreter externer Institutionen, würde dem Wettbewerbsgedanken widersprechen. Ein Korporatismus innerhalb eines starren Netzwerks von Staat, Wissenschaft und Wirtschaft wäre sogar gefährlich, da ein Wettbewerb nicht stattfinden kann. Es bedarf hierzu flexiblerer Netzwerkstrukturen in denen ein Wettbewerb von Institutionen wirksam ist.

Während - wie bereits im vorangegangenen gesagt - missionsorientierte Förderung und die dafür verwendeten Mittel zu einem effizienten Wachstum der Wissensbasis beitragen sollen, hat die diffusionsorientierte Förderung dessen effiziente Nutzung zu ermöglichen. Da insbesondere die Mehrzahl der kleineren und mittleren Unternehmen (KMU) kaum oder nur geringfügig als eigenständig innovierende Akteure agieren, sind gerade diese auf eine wirkungsvolle Unterstützung angewiesen, wenn sie nicht nachhaltig im Innovationswettbewerb gegenüber Großunternehmen insbesondere den transnationalen Unternehmen und einer kleinen Gruppe von innovativen KMU zurückfallen sollen. Wohlfahrtstheoretisch ist eine Diffusionsförderung gerade in diese Bereiche der tendenziell technologiefernen Unternehmen wohl begründet, da auf-

grund der positiven Externalitäten einer breiten Nutzung einer vorhandenen technologischen Wissensbasis die Gesamtwohlfahrt gesteigert werden kann (Die Grenzproduktivität in bisher wissens- und technologiefernen Bereichen sollte entsprechend höher sein, wenn entsprechende Potentiale existieren). Eine effiziente Diffusionsförderung ist mithin eine *win-win*-Strategie, da die breite Anwendung vorhandenen Wissens für die Technologiegeber nachfragesteigernd für das in deren Produkten und Dienstleistungen inkorporierte Wissen wirkt, so daß Wachstumseffekte entstehen, und zugleich die Effizienz der Produktion und Produktqualität der Technologienehmer steigert, die damit ihre Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig gegenüber anderen Anbietern verbessern, die dieses Wissen aufgrund von Informations- und Kompetenzdefiziten nicht nutzen. Diffusionsförderung kann daher die systemische Leistungsfähigkeit einer Wirtschaft in erheblichem Umfang steigern.

Es ist zu vermuten, daß eine eingangs konstatierte Neubestimmung und Reorganisation der Forschungs-, Technologie- und Bildungslandschaft nur durch die Beseitigung einer Fülle von Rigiditäten und Ineffizienzen in allen Bereichen erreicht werden kann, so daß nur ein umfangreiches Maßnahmenbündel eine deutliche Leistungssteigerung herbeiführen kann. Vor Patentlösungen durch einzelne isolierte Maßnahmen und der Vermeidung eines intensiveren Wettbewerbs der Institutionen zur effizienten Gestaltung der Wissensproduktion und -distribution, die in der öffentlichen Diskussion von unterschiedlichsten Interessengruppen angeboten werden, kann nur gewarnt werden. Weder wird eine einfache Mittelexpansion zur Technologieförderung und -diffusion, eine Schließungskultur von Institutionen oder eine unmittelbare weitgehende Kontrolle der Forschungs-, Technologie- und Bildungseinrichtungen durch die Wirtschaft die Lösung der anstehenden Probleme einer leistungsfähigen Technologiepolitik an der Schwelle zum 21. Jahrhundert bringen, sondern nur ein auf nachhaltige Effizienzsteigerung ausgerichtetes Maßnahmenbündel, daß einen fairen Institutionenwettbewerb ermöglicht. Dies setzt die entsprechende Unabhängigkeit der Akteure voraus, ihre Leistungsfähigkeit gestalten zu können.

2. Prinzipien moderner Technologiepolitik

Bei der Umsetzung des policy mix ist entsprechend auch ein institutionelles *assignment* vorzunehmen.⁴ Es wird Institutionen geben müssen, die schwerpunktmäßig diffusionsorientiert andere die missionsorientiert agieren. Beide werden jedoch zugleich eng miteinander kooperieren müssen. Der größte Mangel besteht dabei häufig in der mangelnden Integration von technischem *know-how* und ökonomischem Wissen, d.h. Orientierung am Marktgeschehen bei Berücksichtigung von Kosteneffizienz. Eine Technologiepolitik, deren *high-tech*-Strategie allein durch Ingenieure und Techniker gestaltet wird, gerät leicht in die ökonomische Sackgasse marktferner Produkte und Technologien. Die modernen Konzepte nichtlinearen endogenen technischen Wandels setzen eine Fusion von Technologie- und Marktpotentialen voraus. Dies erfordert jedoch die intensive Kooperation von Ökonomen und Technikern über den gesamten Entwicklungszyklus.⁵

Neben der Differenzierung in missions- und diffusionsorientierte Technologiepolitik liefern auch andere Konzepte wie *Netzwerkbildung in Innovationssystemen* (Nelson, 1993; Edquist, 1997) und *das Prinzip der lernenden Forschungsorganisation* (vgl. hierzu Bullinger, 1996) wesentliche Elemente einer leistungsfähigen Technologiepolitik.

Die Gestaltung leistungsfähiger Innovationsnetzwerke beruht auf dem Gedanken, vorhandene technologische *Kompetenzzentren* durch intelligente Vernetzung untereinander und mit anderen wirtschaftlichen Akteuren als Nutzer dieser Technologien noch wirkungsvoller miteinander zu verknüpfen.

Kompetenzzentren sind durch den adäquaten mix von Akteuren aus Wissenschaft, Forschung, Bildung, Unternehmen und staatlichen Institutionen definiert, die hinsichtlich bestimmter Technologiefelder national bzw. internationale Führungspositionen einnehmen. Technologische Leistungsfähigkeit sollte dabei in ein angemessenes Umfeld von Unternehmen eingebettet sein, die technische Spitzenleistungen in marktfähige Produkte umsetzen. Nur so sind technologische Kompetenzen in wirt-

⁴ Die moderne ökonomische Theorie zur Erklärung von Institutionen und des institutionellen Wandels und seiner Wirkungen auf die ökonomische Effizienz von Wirtschaftssystemen wurde durch die Arbeiten von North (vgl. hierzu z.B. 1990) und Williamson (1975) hinsichtlich seiner wirtschaftspolitischen Implikationen allgemein in den letzten Jahren zunehmend anerkannt.

schaftliche Erfolge umzusetzen, die Wachstums- und Beschäftigungspotentiale in neuen Märkten an Produktions- und Entwicklungsstandorten in Deutschland erschließen.

Das *Prinzip der lernenden Forschungsorganisation* verweist darauf, daß insbesondere Forschungsorganisationen ein hohes Maß an Flexibilität benötigen, da aufgrund von Erfahrungen mit der vorhandenen Forschungsorganisation Korrekturen zur Steigerung der Effektivität des Forschungsprozesses fortlaufend umgesetzt werden müssen, um den sich im Entdeckungsprozeß stellenden wandelnden Erfordernissen auch durch organisatorische Änderungen des Forschungsprozesses gerecht zu werden. Als Ausgangshypothese wird angenommen, daß die bisherige gewachsene Forschungsorganisation den heute gestiegenen Anforderungen nicht mehr adäquat ist und daher einem wachsenden Reformdruck ausgesetzt ist.

Das *Prinzip der Nachhaltigkeit* auch technologiepolitischer Maßnahmen verweist darauf, daß Fördermaßnahmen im Bereich der Technologie nur dann angestrebt werden sollten, wenn dadurch auch nach Auslaufen der Fördermaßnahme dauerhafte Wirkungen erzielt werden. Damit wird aufgrund des Prinzips der Nachhaltigkeit eine Dauerförderung von Institutionen und Projekten prinzipiell abgelehnt. Wie die Theorie pfadabhängiger Prozesse und Analysen für die Entstehung eines *historical lock-in* demonstrieren, können zeitlich begrenzte Impulse nachhaltige Wirkungen erzeugen, die irreversibel sind (vgl. hierzu z.B. Arthur, 1994; Leydesdorff, 1997). Statt einer Dauerförderung von Institutionen, hat eine Impulsförderung den Vorrang einzunehmen. Der Umfang und Dauer des Förderimpulses haben sich nach den jeweiligen Erfordernissen auszurichten, um gemäß der Zielsetzung kalkulierbare Rahmenbedingungen zu schaffen.

Das *Prinzip der Wettbewerbsorientierung* verweist darauf, daß auch der Innovationsprozeß selbst einem hohes Maß internen Wettbewerbs ausgesetzt sein soll (vgl. hierzu auch Erber, Hagemann, Seiter, 1996). Gleichzeitig soll gesichert sein, daß auch die Förderung von Technologiefeldern nach Erlangung einer gewissen Anwendungsreife sich überwiegend durch privatwirtschaftlich finanzierte Anwendungsforschung im Bereich der industriellen FuE selbstragen muß. Die privatwirtschaftlichen Aus-

⁵ Das von der NSF initiierte STC (Science and Technology Centers) Integrative Partnerships Program, das im kommenden Jahr anläuft, versucht daher beispielsweise einen entsprechende Integration von Forschung, Bildung und Technologietransfer in den USA voranzutreiben (NSF, 1997).

gründungen insbesondere im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien sowie der Bio- und Gentechnologien, wie sie für das amerikanische Universitätssystem symptomatisch sind, kann hier als beispielhaft gelten.

Das *Prinzip der schlanken Organisationsgestaltung*, d.h. zur ökonomisch effizienten Gestaltung von Forschungsorganisationen, ergibt sich aus der Forderung nach *schlanken Organisationsformen*, die weitgehend traditionell bürokratische Formen der administrativen Verwaltung abbaut oder von vornherein vermeidet. Komplexe und stark hierarchisch gegliederte administrative Strukturen führen quasi zwangsläufig zu zeitaufwendigen Verfahren, die das zentrale Anliegen moderner Forschungsorganisationen einer raschen Erzielung und Umsetzung von Ergebnissen hemmt. Gemäß dieser vorrangigen Zielsetzung sollte eine detaillierte Ablaufkontrolle durch eine ergebnisorientierte Kontrolle substituiert werden. Als *selbstorganisierende Einheiten* (Witt, 1997) sind Forschungsorganisationen nicht an ihrem korrekten Verwaltungsablauf, sondern vorrangig an ihren erzielten Forschungsleistungen zu messen. Die Evaluierung der Ergebnisse ist dann der zentrale Maßstab bei Förderentscheidungen und nicht ein formal korrekter Ablauf innerhalb einer Organisation. Im Bereich der Wirtschaft, die bereits einem starken internationalen Wettbewerbsdruck ausgesetzt ist, sind moderne Formen des Forschungsmanagements entwickelt worden, die richtungsweisend auch für den Bereich öffentlich finanzierter Forschungs- und Bildungseinrichtungen sein können.

Das *Prinzip der fortlaufenden Evaluierung* einer Forschungsorganisation kann durch interne und externe Kontrolle oder durch Marktprozesse erfolgen. Wachsen, Schrumpfen, Zutritt und Austritt aus dem Innovationssystem kann durch unterschiedliche Selektionsmechanismen jeweils gewährleistet werden. Grundsätzlich sollte jedoch gelten, daß keine Institution zeitlich unbegrenzt existieren sollte, wenn mangelnde wissenschaftlich-technologische Reputation oder ein unzureichender wirtschaftlicher Erfolg vorliegt. Der Staat muß in Kooperation mit Wissenschaft und Wirtschaft jedoch hierfür einen ordnungspolitischen Rahmen für einen Institutionenwettbewerb entwickeln.

Das *Prinzip der Risikobereitschaft* von Akteuren im Innovationssystem kann nicht einfach im Sinne einer größeren Bereitschaft hohe Risiken einzugehen interpre-

tiert werden. Stattdessen beinhaltet Risikobereitschaft in ökonomisch sinnvoller Form, daß Risikoanalysen Informationsdefizite abbauen und durch geeignete Risikokontrollen beherrschbar gemacht werden. Durch eine systematische Risikoanalyse und -kontrolle entstehen Informationsvorsprünge, die gemessen am allgemeinen Informationsstand positive Informationsasymmetrien darstellen, die sich in technologische sowie wirtschaftliche Erfolge umsetzen lassen.

Abschließend soll auf die Anwendung des *Prinzips der Subsidiarität* auch im Rahmen der Technologiepolitik hingewiesen werden. Da technologiepolitische Akteure jeweils unterschiedliche regionale Reichweiten aufgrund ihrer Handlungskompetenzen besitzen.

Fassen wir daher die Kriterien noch einmal in einer Liste zusammen:

- missionsorientierte versus diffusionsorientierte Technologiepolitik
- Netzwerkbildung in Innovationssystemen
- Prinzip der lernenden Forschungsorganisation
- Kompetenzzentren
- Prinzip der Nachhaltigkeit
- Prinzip der Wettbewerbsorientierung
- schlanke Institutionengestaltung (*lean research organizations*)
- Evaluierung der Leistungsfähigkeit des Innovationssystems
- Risikobereitschaft durch Risikoanalyse und -kontrolle
- Subsidiaritätsprinzip

Ein jeweiliges aktuelles Innovationssystem und die damit verknüpfte Technologiepolitik sollte daher immer wieder anhand dieses Kriterienkatalogs evaluiert werden, um Schwachstellen zu identifizieren und entsprechend durch Korrekturen zu beseitigen.

Es ist dabei zu berücksichtigen, daß das deutsche Innovationssystem als Subsystem innerhalb des europäischen und internationalen Innovationssystems adäquat mit anderen Partnern wirkungsvoll vernetzt ist. Im Rahmen der EU bieten sich hierzu bei der Gestaltung der entsprechenden Rahmenpläne der EU genügend Möglichkeiten,

die jedoch immer noch ungenügend genutzt werden. Im Prozeß der Globalisierung der Weltwirtschaft werden auch nationale Innovationssysteme nur dann wettbewerbsfähig sein, wenn sie sich der internationalen Kooperation öffnen (vgl. hierzu z.B. DAAK, 1997). Voraussetzung für eine wirkungsvolle Integration bleibt jedoch die interne Leistungsfähigkeit auf nationaler Ebene durch die Existenz einer ausreichenden Zahl von Kompetenzzentren, die diese erst zu attraktiven Partnern in internationalen Verbänden werden läßt.

Das gesellschaftspolitische Leitbild ist dabei Chancengleichheit, die den Staat verpflichtet, möglichst für alle Akteure ein *equal level playing field* zu schaffen. Es kann hingegen nicht Ziel sein, allen Akteuren möglichst gleiche Anteile an staatlicher Förderung zu garantieren. Fehlt die entsprechende Leistung, so fehlt auch eine entsprechende Förderung. Dies muß nicht eine neue soziale Kälte implizieren, wenn soziale Mindeststandards - aber auch nur diese - für alle gewährleistet werden.

3. Missions- versus diffusionsorientierte Technologiepolitik

Obwohl gegenwärtig ein wachsender Bedarf an einem Einsatz von Mitteln zur Diffusionsförderung moderner Technologien zu konstatieren ist, sollte zugleich eine missionsorientierte Förderung in angemessenem Umfang und flexibler Netzwerkstruktur entstehen. Es ist adäquat, daß Großforschungseinrichtungen - soweit sie missionsorientierte Einrichtungen sind - allein vom Bund, der EU oder multinationalen Projektverbänden finanziert werden. Missionsorientierung einer Technologiepolitik, die zudem im Wettbewerb mit anderen international konkurrierenden Missionen stehen, erfordert einfache hierarchische Strukturen, die entsprechend der definierten Aufgabe gestaltet sind, um rasch die nötigen Maßnahmen ergreifen zu können. Bisher fehlt es jedoch oftmals in der europäischen und deutschen Technologiepolitik an einer ausreichenden Kompetenz der Entscheidungsträger missionsorientierte Technologiepolitik erfolgversprechend umzusetzen (vgl. z.B. JESSI im Vergleich zu SEMATECH). Es bleibt zu hoffen, daß MEDEA als Nachfolgeprojekt von JESSI aus den Fehlern der Vergangenheit entsprechende Konsequenzen gezogen hat. Insbesondere auch im Bereich militärischer Großprojekte, wie beispielsweise dem Eurofighter ist ein deutlicher Mangel an Zeit- und Kosteneffizienz festzustellen.

Die Stärken und Schwächen der vorhandenen institutionellen Strukturen in Deutschland begünstigen daher eher eine diffusionsorientierte Technologiepolitik. Häufig wird daraus der Schluß gezogen, daß dies die einzig sinnvolle Form der Technologiepolitik sei. Dabei wird jedoch übersehen, daß es durchaus erfolgreiche Beispiele von missionsorientierter Technologiepolitik gibt, die jedoch eher im Ausland insbesondere in den USA zu finden sind.

Die USA haben eine starke Tradition der missionsorientierten Technologiepolitik insbesondere im Zuge der militärischen Großprojekte während des 2. Weltkriegs entwickelt. Das Manhattan-Projekt, das zur Atombombe führte, ist das bekannteste davon. Diese Erfahrungen wurden später intensiv auch für zivile Ziele genutzt. Die NASA konnte bei der Durchführung des Apollo-Programms auf die Erfahrungen einer quasi-militärisch organisierten missionsorientierten Technologiepolitik zurückgreifen. Da alle diese technologischen Großprojekte durch die amerikanische Bundesregierung initiiert wurden, erübrigte sich auch ein mehrstufiger Prozeß der Kompetenzfindung. Der amerikanische Präsident hatte immer die Möglichkeit seine technologiepolitischen Ziele - sofern er die Unterstützung des Kongresses zu deren Finanzierung fand - durchzusetzen (vgl. hierzu z.B. CCIC, 1997a, 1997b). Dabei diente das Ziel der nationalen Sicherheit oftmals bewußt nur als Vehikel auch technologiepolitische Ziele, die zivile Bereiche förderte, politisch im Kongreß und der Öffentlichkeit zu legitimieren. Die Kontrolle über den militärischen Nutzen der eingesetzten Forschungsmittel war in der Regel schwach, so daß Grundlagenforschung aber auch direkt mehr dem zivilen Bereich nützliche Anwendungsforschung über den Militärhaushalt finanziert werden konnten. Nicht nur die Informations- und Kommunikationstechnologie hat durch die militärische Forschung mit ihren komplizierten logistischen Problemen eines weltweiten Einsatzes amerikanischer Streitkräfte profitiert, sondern auch die Biotechnologie und Gentechnik, die durch die Entwicklung biologischer Kampfstoffe und der medizinischen Forschungen zur Wirkung von Radioaktivität, chemischer und bakteriologischer Kampfstoffe beim Menschen, der Auswirkungen verschiedener extremer Umweltverhältnisse z.B. Raumfahrt, etc. und Grundlagenforschung in diesen Gebieten erst ausreichend fundiert werden mußte. Die Klima- und Umweltforschung profitiert heute von den Daten- und Wissensbeständen der NASA, U.S. Airforce und U.S. Na-

vy, die dies im Rahmen ihrer globalen Einsatzplanungen gesammelt hat. Militärische Forschung beinhaltete immer zugleich auch ein Potential zur zivilen Nutzung, wie beispielsweise die Boeing 707 als strategischer Bomber und Zivilflugzeug, die Entwicklung von Trägerraketen als Trägerwaffen für Atombomben und für zivile Kommunikations- und Nachrichtensatelliten, das Internet als robuste Kommunikationsinfrastruktur für das Militär während eines Krieges wie auch als universelles Informations- und Kommunikationsnetzwerk für Forschung, Verwaltung und Wirtschaft sowie zunehmend auch für den privaten Bereich. Zwar ging mit den immer höheren Ansprüchen der Militärs an das technologische Leistungsvermögen oftmals der Charakter des *dual-use* vieler militärischer Großprojekte verloren, wie beispielsweise die Strategic Defence Initiative (SDI) der Reagan Administration belegt, aber es bleibt trotzdem auch eine Tatsache, daß viele Technologien von Programmiersprachen wie COBOL oder ADA, der Autofocus für Fotokameras, der Transistor, das Global Positioning System (GPS) etc. ihren Ursprung in militärischen Projekten und Anwendungen hatten. Neuere Projekte wie das Liquid-Panel Projekt oder das Next Generation Internet (NGI) Projekt oder Fragen der Kryptographie von Nachrichten berühren heute erneut sowohl zivile wie militärische Belange und ermöglichen es daher auch entsprechende Forschungs- und Technologieförderung im Rahmen des *dual-use* zu betreiben. Die USA haben es daher auch aufgegeben, ihre industrielle Basis in zivile und militärische Bereiche zu trennen. Die neue Militärstrategie im Bereich Forschung und Technologie stützt sich auf die gesamte industrielle Basis und fordert deren umfassende Stärkung um ihre Aufgaben erfüllen zu können (vgl. DoD, 1996).

Heute hat sich jedoch teilweise die Perspektive umgekehrt, in dem verstärkt der Frage nachgegangen wird, welche militärischen Nutzungsmöglichkeiten für originär zivile Technologien bestehen. Diese Diskussion wurde insbesondere dadurch angefacht, als bekannt wurde, daß die in der zivilen Computerindustrie verwendeten Halbleiter denen des militärischen Bereichs inzwischen eindeutig überlegen waren, da langwierige Entwicklungs- und Zulassungsverfahren der Militärs die rasche Diffusion ziviler Technologien in den Militärbereich verhinderten.

Kann man für die Vergangenheit konstatieren, daß die Orientierung der amerikanischen Technologiepolitik zu stark an der militärischen Erfordernissen und einer

Vernachlässigung der Nutzung des dual-use Potentials oder auch einer zivilen wirtschaftlichen Verwertung durch Firmen im eigenen Land orientiert war, so ist im Zuge der Diskussion über die Wettbewerbsschwäche der U.S. Wirtschaft während der 1980er Jahre festzustellen, daß sich das Bewußtsein für die Konsequenzen der internationalen R&D-*spill over* Effekte geschärft hat. Die USA sind heute generell weniger bereit ihr technologisches Wissen als quasi-öffentliches Gut der übrigen Welt zur Verfügung zu stellen. Nicht nur die Bemühungen um einen verstärkten Patent- und Lizenzschutz wurden innerhalb multi- oder bilateraler Handelsabkommen intensiviert, sondern darüber hinaus das Ziel stärker akzentuiert, die vorhandenen zivilen Anwendungspotentiale stärker durch Unternehmen im eigenen Land nutzen zu lassen und Grundlagenwissen und Fertigungstechnologien, die insbesondere in Japan entstanden waren, durch reziproken Technologietransfer in die USA dort verfügbar zu machen. Damit traten verstärkt auch diffusionsorientierte Zielsetzungen neben die traditionell missionsorientierten.

Dabei ergibt sich eine eindeutige Arbeitsteilung zwischen missions- und diffusionsorientierter Forschungsförderung. Während die erstere sich mit der Aufgabe auseinanderzusetzen hat technologische Durchbrüche schneller als Projekte in anderen Ländern zu erzielen, befaßt sich die letztere damit diese Ergebnisse schneller im eigenen Land als in anderen Ländern zur kommerziellen Anwendung zu bringen (Stichwort: Diffusionsführerschaft). Damit stellt sie verstärkt die bisherige traditionelle internationale Arbeitsteilung insbesondere zu Japan und Deutschland als mehr diffusionsorientierten Ländern in Frage, die sich in der Nachkriegszeit überwiegend darauf konzentrierten, intensiv das technologische Potential der USA für die wirtschaftliche Verwertung zu nutzen und die oftmals durch ihre zivile Marktorientierung amerikanischen Unternehmen in diesen Bereichen auf dem Weltmarkt und teilweise auch in der amerikanischen *homebase* aufgrund besserer Fertigungstechnologien überlegen wurden.

Die Japaner haben bereits aufgrund der ständigen bilateralen Auseinandersetzungen mit den USA die Gefahr erkannt, die sich durch einen weniger freizügigen Umgang mit technologischem Wissen der öffentlichen und zivilen Forschungseinrichtungen in den USA für Japan ergibt, und haben eine drastische Erhöhung der Mittel

für die nationale Grundlagenforschung zu einem zentralen Ziel ihrer Forschungs- und Technologiepolitik gemacht. Im Vergleich zur Bundesrepublik verfügt Japan auch über größere, jedoch nicht vergleichbar lange und umfassende Erfahrungen in einer missionsorientierten Forschungs- und Technologiepolitik (vgl. hierzu Collon, 1995). Während einige Programme zur Förderung der Halbleitertechnologien außerordentlich erfolgreich waren, ließen sich ähnliche Erfolge nicht im Bereich der Softwareindustrie, deren wirtschaftliche Bedeutung die der Hardware bereits heute übertrifft, erzielen. Das 5th-Generation Computer-Programm Japans, daß sich zum Ziel gesetzt hatte den Amerikanern die Technologieführerschaft im Bereich der Computertechnologien zu entreißen, erwies sich als wenig erfolgreich und gemessen an den ursprünglichen Erwartungen sogar als Flop.

In Europa verfügen aufgrund der längeren Erfahrungen mit militärischen Großprojekten Frankreich und Großbritannien über die meiste Erfahrung mit missionsorientierter Forschungs- und Technologieförderung. Ohne entsprechende Initiativen Frankreichs im Bereich der Luft- und Raumfahrtindustrie wäre die heutige Existenz der Airbus- oder Arianespace-Industrie nicht vorstellbar. Deutschland trat diesen Initiativen meist nur als zweitrangiger Kooperationspartner bei, ohne dabei jedoch Fähigkeiten zur Systemführerschaft entwickeln zu können.

Auch die Bundesrepublik Deutschland zusammen mit den anderen Mitgliedsländern der EU und weiteren potentiellen Mitgliedsländern müssen sich über eine entsprechende missionsorientierte Forschungs- und Technologiepolitik Gedanken machen, da keineswegs zukünftig davon ausgegangen werden kann, daß die amerikanische Politik eine stärkere Kontrolle der Wissensbasis des Landes und der Wissensabflüsse in das Ausland anstreben könnte. Da in den 1990er Jahren die amerikanische Wirtschaft eine außerordentliche Wiederbelebung und Stärkung neben ihrer politisch-militärischen auch wirtschaftlichen Führungsrolle erlangt hat, ist dies auf kurze bis mittlere Sicht wenig wahrscheinlich (vgl. Collon, Costigan, Keller, 1997). Jedoch könnten sich auf längere Sicht die Verhältnisse insbesondere auch gegenüber der EU ändern⁶, so daß eine gewisse Vorsorge getroffen sein sollte, daß Deutschland im Ver-

⁶ Ein möglicher Erfolg der Europäischen Währungsunion, eine sukzessive Erweiterung und verstärkte Integration Europas, könnte die weltwirtschaftlichen Gewichte deutlich zugunsten der Europäer verschieben und damit entsprechende Gegenreaktionen der USA auslösen.

bund mit seinen europäischen Partnern gleichfalls im Stande sein sollte, missionsorientierte Forschung zur Erzielung technologischer Durchbrüche auf der Grundlage eigener Kompetenzen und Potentiale zu erzielen. Dies setzt auch die Schaffung einer entsprechenden institutionellen Infrastruktur von missionsorientierten Förder- und Forschungseinrichtungen voraus, die im Verbund mit den Unternehmen der Wirtschaft international leistungsfähig ist.

3.1 Diffusionsorientierte Technologiepolitik als regionalpolitische Schwerpunktaufgabe

Hinsichtlich der Arbeitsteilung zwischen Bund- und Ländern im föderalen System der Bundesrepublik Deutschland ist festzustellen, daß der Bund Schwerpunktmäßig seine Kompetenz zu einer missionsorientierten Technologieförderung entwickeln muß. Zugleich ist er gefordert allgemeinverbindliche Rahmenbedingungen für die diffusionsorientierte Förderung auf Landesebene zu setzen. Den Ländern hingegen fällt die Aufgabe zu, auf Grundlage des Prinzips der Subsidiarität die Diffusionsförderung zu gestalten. Durch das föderale Prinzip ist zugleich auch ein Wettbewerb der Länder untereinander gegeben, so daß leistungsfähigere und weniger leistungsfähige Lösungen miteinander konkurrieren. Der Druck der Wähler in den einzelnen Bundesländern auch im eigenen Bundesland eine leistungsfähige Technologiepolitik zu betreiben, sorgt dabei für den notwendigen Selektionsdruck. Da standortnahe erfolgreiche Technologiepolitik in den Ländern sich in der Regel auch in einem wachsenden Maß von einkommensstarken und zukunftssicheren Arbeitsplätzen niederschlägt, sind die Interessen der Einwohner eines Bundeslandes auch hinreichend stark betroffen, so daß die Technologiepolitik ein entsprechendes Gewicht im Zielbündel der Landesregierungen erreichen kann. Da zugleich eine diffusionsorientierte Technologiepolitik auf Landesebene vorrangig als Adressaten die regionalen KMU hat, ergibt sich auch ein geringer spill-over Effekt hinsichtlich der durch die Förderung erzielten Wirkung in andere Länder und Regionen. Die Mittel kommen unmittelbar der eigenen Wirtschaft im Land zugute. Dies sollte jedoch nicht zu einem engstirnigen Wettbewerb der Bundesländer führen, sondern es sollten auch die positiven Potentiale für eine Kooperation zwischen Bundesländern und anderen europäischen Regionen sowie international

erkannt werden⁷. Jedes Land sollte sich bemühen eine Fülle von Kompetenzzentren auf verschiedenen Bereichen zu entwickeln, wobei für die Bundesrepublik insgesamt betrachtet Komplementaritäten zwischen den einzelnen Kompetenzzentren vorherrschen sollten. Durch eine intelligente Vernetzung dieser Kompetenzzentren (öffentliche und private Forschungseinrichtungen, Bildungs- und Fortbildungseinrichtungen, Unternehmen bzw. Unternehmensnetzwerke von innovativen KMU) im Land und über die eigenen Landesgrenzen hinaus, ergibt sich dann auch die Möglichkeit missionsorientierte Förderung seitens der Bundes oder auch der EU zu erhalten, die die Reputation der damit beauftragten Forschungseinrichtungen hebt. Eine derartige Organisation der Forschungslandschaft in der Bundesrepublik, die gegliedert in eine vielfältige Landschaft von Kompetenzzentren mit vernetzbaren aber überwiegend komplementären Kompetenzen gegliedert ist, wird auch international zu einem leistungsfähigen Kooperationspartner bei internationalen Projekten heranwachsen. Dabei kann nicht immer - jedoch zumindest manchmal - die Systemführerschaft bei missionsorientierten internationalen Projekten gewonnen werden. Durch eine leistungsfähige Interaktion zwischen den missionsorientierten und den diffusionsorientierten Aktivitäten, kann zugleich eine maximale Internalisierung des wirtschaftlichen Nutzens für die Bundesrepublik bzw. die jeweiligen Bundesländer erreicht werden.

Bei der diffusionsorientierten Technologieförderung ist zu beachten, daß häufig nicht die Wirtschaftsbereiche in denen die Technologie entwickelt und in Produkte umgesetzt wird, die strategisch bedeutsamen Effekte hinsichtlich der Diffusionsbreite und der positiven Beschäftigungseffekte durch damit verbundene Produktinnovationen ist, sondern die technologienehmenden Bereiche. Es sind insbesondere die technologieintensiven Dienstleistungsbereiche wie heutzutage die Finanzdienstleistungen, die Informations- und Kommunikationsdienstleistungen aber in Zukunft zum Beispiel auch stärker die Bereiche der öffentlichen Verwaltungen, des Verkehrs, etc., die hinsichtlich der Wertschöpfungskette die größeren Wachstums- und Beschäftigungspotentiale versprechen. Eine entsprechende diffusionsorientierte Technologieförderung muß sich daher auch verstärkt um diesen Steigerung des Anwendernutzens neuer

⁷ So bemühen sich auch die APEC Länder speziell die Kooperation von KMU in der APEC Region zu fördern (vgl. JETRO, 1997).

Technologien in den modernen technologieintensiven Dienstleistungsbereichen bemühen.

3.2 Sonderfall neue Bundesländer

Neben diesen Problemen einer Neuorganisation der Forschungs- und Technologiepolitik aufgrund der sich verändernden weltwirtschaftlichen Rahmenbedingungen, kommt noch die besonders kritische Lage in den neuen Bundesländern hinzu, die aufgrund des Fehlens eines sich selbsttragenden wirtschaftlichen Aufholprozesses auch nach acht Jahren massiver Förderung zukünftig weiterhin massiver staatlicher Stützungs- bzw. Fördermaßnahmen bedürfen (vgl. hierzu auch Erber, Weber, Haustein, 1996). Nachdem die industrielle Forschung und Entwicklung zusammen mit der alten Industriestruktur im Zuge der Vereinigung weitgehend zusammengebrochen ist, fehlt es an einer ausreichenden Anzahl von Kompetenzzentren in Ostdeutschland, um hier eine auch nur langfristige Konvergenz hinsichtlich des durchschnittlichen Besatzes an technologieintensiven Forschungs- und Entwicklungszentren der Großunternehmen zum westdeutschen Niveau bereits jetzt erkennen zu können. Allerdings muß der Staat genau prüfen, ob die seitens der Industrie geforderte intensive Förderung der Forschung und Entwicklung in den neuen Bundesländern (vgl. BDI vom 17.9.1997) nicht in unerwünschtem Maße zu Mitnahmeeffekten insbesondere der Großunternehmen führen würde, da diese den Standortwettbewerb dahingehend interpretieren, daß grundsätzlich vom Unternehmen geplante Forschungs- und Entwicklungsvorhaben nur an die Standorte vergeben wird, die die höchsten diesbezüglichen Subventionen zu zahlen bereit sind. Standortverlagerungen innerhalb Deutschlands aufgrund eines solchen Förderwettbewerbs sollten in der Regel nicht durch Steuergelder finanziert werden. Je stärker innerhalb einer Weltwirtschaftsordnung derartige Subventionswettläufe unterbunden werden, desto eher kann auf derartige Instrumente ganz verzichtet werden.

Hinsichtlich der Technologieförderung in den neuen Bundesländern ist eine deutliche intensivere Förderung wohl noch auf absehbare Zeit unerlässlich.⁸ Jedoch ist hinsichtlich ansiedlungswilliger Großunternehmen darauf zu achten, daß eine Förde-

rung von F&E von standortmobilen Großunternehmen nur dann sinnvoll ist, wenn durch sie eine intensive Standortbindung erfolgt, so daß eine nachhaltige Wirkung auch nach Beendigung der Förderung erreicht werden kann. Ein Standorthopping standortmobiler Unternehmen aufgrund hoher Förderanreize kann auch in den neuen Bundesländern kein angemessenes Ergebnis staatlicher Förderpolitik sein. Nur durch die Schaffung eines historical lock-in, der ein Abwandern nach Beendigung einer Förderung wenig wahrscheinlich erscheinen läßt, kann zur Begründung überdurchschnittlicher Förderanstrengungen herangezogen werden.

3.3 Das Prinzip der Subsidiarität

Die Aufgabe einer Neugestaltung wird durch weitere institutionelle Besonderheiten, die den Anpassungsprozeß in Deutschland im Vergleich zu den USA oder Japan aber auch insbesondere den ostasiatischen NICs, z.B. Südkorea (Lee, 1996), beeinflussen, schwieriger.

Die vergleichsweise komplizierte institutionelle Struktur der deutschen Technologiepolitik im Rahmen der EU und eines föderalen Systems (Kommissionen der EU - Bundesregierung - Landesregierungen), die einer intensiven Kooperation und Koordinierung zwischen den verschiedenen Entscheidungsträgern bedarf, wenn sie effektiv sein soll, läßt eine rasche Reform in diesem Bereich kaum zu. Initiativen zur neuartigen Technologiegestaltung müssen oftmals erst institutionell verankert werden und damit die Kompetenzen der unterschiedlichen Ebenen zueinander geregelt werden (vgl. beispielsweise die Kontroverse zwischen der Bundesregierung und den Ländern hinsichtlich der Zuständigkeit beim Multimediagesetz). Es sind dabei auch bereits vorhandene Aufteilungen der Zuständigkeiten zu beachten und Änderungen sind oftmals, sofern sie einen Kompetenzverlust für andere Entscheidungsträgerebenen nachschieben, schwer gegen deren Widerstand durchsetzbar. Allein die Klärung der Kompetenzstreitigkeiten erfordert oftmals erheblichen Zeitaufwand, der zu einem zeitlichen Rückstand gegenüber anderen konkurrierenden Initiativen des Auslands führt. Die effektive Umsetzung der Zielsetzung der Technologiepolitik, möglichst frühzeitig in

⁸ Vgl hierzu auch die Studien des DIW (1997) zusammen mit SÖSTRA bzw. Erber, Weber, Hausstein (1996), die im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft durchgeführt wurden.

technologisch und damit eng verbunden auch bei wirtschaftlich bedeutsamen Forschungsfeldern im Vergleich zu anderen Ländern dabei zu sein oder sogar international die Führerschaft zu übernehmen, kann dabei leicht Auseinandersetzungen zur Regelung der Kompetenzen geopfert werden (ein aktuelles Beispiel hierzu wäre die rasche Entwicklung und breite Diffusion der durch das Internet geschaffenen Möglichkeiten des Electronic Commerce in Deutschland, Japan und den USA).⁹ Da aufgrund der regionalen Verteilungswirkungen von staatlicher Seite eingesetzter Fördermittel auf einzelne Bundesländer jedoch nur schwer schnell ein Konsens gefunden werden kann, wer aufgrund der höchsten Kompetenz in den Genuß der Förderung - sei es durch Gründung staatlicher Forschungseinrichtungen oder Vergabe von Fördermitteln - kommen soll, besteht hier ein weites Feld der Auseinandersetzung, die nur durch Koalitionsbildungen und Schaffung von Förderpaketen, die entsprechende Kompensationen enthalten, erst die erforderlichen Mehrheiten schaffen kann. Dabei bleibt leicht das originäre Ziel der Technologieinitiative im politischen Prozeß auf der Strecke, da Maßnahmen zu spät, halbherzig und nicht immer den leistungsfähigsten Institutionen zugewiesen werden. Man kommt daher leicht zu dem Schluß, daß die vorhandene institutionelle Struktur zu einer missionsorientierten Technologiepolitik ungeeignet ist. Stattdessen eignet sich diese institutionelle Struktur weit eher zu einer breiten Förderung der Grundlagen, wie beispielsweise die Schaffung von ausreichend ausgebildetem Personal (Stichwort: Humankapitalbildung), der breiten Grundlagenforschung, des Technologietransfers an Unternehmen insbesondere der KMU. Die institutionelle Struktur, die dem Ziel eines breiten Konsenses zwischen allen Beteiligten dient, kann daher in dieser Form nur vorrangig einer breiten Diffusion von Technologiepotentialen dienen.¹⁰

⁹ Im Einzelfall kann es zu totalen Selbstblockaden kommen, wenn auf dem Rechtsweg eine Entscheidung überprüft werden soll, die politisch nicht konsensfähig war. Durch die hierdurch geschaffene Rechtsunsicherheit entsteht ein Attentismus der Akteure, die das Risiko von rechtlich nicht abgesicherten Rahmenbedingungen scheuen.

¹⁰ Nicht zufällig wird dieser Mangel der föderalen Struktur der Bundesrepublik von Vertretern der Industrie wie beispielsweise dem Präsidenten des BDI als konstitutioneller Mangel kritisiert, da er schnelle Korrekturen aufgrund der komplizierten Konsensbildung nicht zuläßt. Zusammen mit dem weiteren komplizierten Verfahren auf der Ebene der Institutionen der EU, die auch nach dem Amsterdamer Abkommen zu keinen weitreichenden Reformen gekommen ist, entsteht so ein hohes Maß an Inflexibilität, die im Standortwettbewerb Nachteile gegenüber weniger komplexen institutionellen Systemen schafft. Jedoch bleibt offen, ob per Saldo die Hemmnisse einer umfassenden Konsensbildung gegenüber den Nachteilen einer nicht ausreichend im Konsens gefundenen weitgehend von

4. Das Informationsdilemma

Es ist im Rahmen der Diskussion der Ansätze der neuen Wachstums- und Außenhandelstheorie von den Kritikern einer modernen Industrie-, Technologie- und Forschungspolitik üblich geworden, daß, obwohl prinzipiell die Möglichkeit einer wirkungsvollen staatlichen Förderpolitik als Konsens der *scientific community* anerkannt wird, dem Versuch einzelner Vertreter daraus konkrete wirtschaftspolitische Maßnahmen abzuleiten, das weiterhin unlösbare Informationsproblem entgegen gehalten wird.

Es wird hier bewußt zwischen theoretischer Möglichkeit (*full information*) und praktischer Durchführbarkeit aufgrund des Informationsproblems (*bounded rationality* der Entscheidungsträger) unterschieden. Eine Industrie-, Technologie- und Forschungspolitik wird aufgrund der Informationsdefizite als ineffizient postuliert. Diese Sicht ist erstaunlich, wenn man bedenkt, daß durch die modernen Informations- und Kommunikationstechnologien - wie auch in den Thesen von Soltwedel konstatieren - ein bisher ungekanntes Potential zur Steigerung an Marktransparenz und Faktormobilität zugestanden wird, der Politik jedoch eine prinzipielle Unfähigkeit zu einer effizienten Informations- und Kommunikationsgestaltung unterstellt wird.

Moderne Förderstrategien basieren jedoch heute viel mehr auf korporatistischen Ansätzen, in denen im Dialog mit Vertretern von Unternehmen, Forschungs- und Bildungseinrichtungen und teilweise auch der Gewerkschaften das verfügbare Entscheidungswissen gebündelt und durch strategische Kooperation im Lösungsraum die kooperativ erreichbare Lösung optimiert wird. Der Staat ist längst nicht mehr der autoritäre Staat der seine Ziele dekretiert, sondern in Kooperation nach machbaren und sozialverträglichen Lösungen unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Politikberatung sucht.

autonomen Entscheidungsträgern herbeigeführten Regelung über- bzw. unterlegen sind. In wichtigen Fragen wie beispielsweise bei der Kernenergie konnten so teilweise Fehlentwicklungen gestoppt werden, als dies in mehr zentralistisch organisierten Ländern wie beispielsweise in Frankreich der Fall war. Häufig wird von einzelnen Akteuren, die unmittelbar einen großen Vorteil in raschen Regulierungen und Entscheidungen für sich erkennen, die gesamtgesellschaftliche Bedeutung der schnelleren Entscheidungsfindung übersehen, da die gesamtwirtschaftlich bedeutsamen Effekte häufig erst im Zuge einer umfassenderen Diffusion meßbar werden.

Es bleibt sicherlich das Problem der adäquaten Repräsentanz hinsichtlich aller sozialen Gruppen, wie bei allen demokratischen Entscheidungsprozessen und das Problem des adäquaten Entscheidungsmodus zu lösen. Das Problem eines effizienten Suchprozesses ist jedoch nicht im Streit der Dogmatiker - Markt versus Staat - abzuhandeln. Es geht hier um praktische und oftmals pragmatische Politikgestaltung. Weder der Markt noch der Staat allein verfügen über ausreichend Informationen, um langfristige Innovationsprozesse optimal im Sinne der modernen Spieltheorie zu gestalten. Die vorhandenen Informationsasymmetrien und -defizite lassen dies nicht zu. Allerdings führt eine effiziente Kooperation zu Lösungen, die superior zum Nash-Gleichgewicht aufgrund des *information pooling* sind. *Information pooling* und kooperative Strategien können Risiken reduzieren und damit auch ökonomische Erträge steigern helfen (strategische Allianzen zwischen innovativen Unternehmen im Bereich von F&E zeigen dies nachdrücklich). Der Dialogansatz ist der Versuch einer institutionalisierten *second best* Lösung aller am Prozeßbeteiligten. Er ist der derzeit einzige, der durch den adäquaten *information und communication mix* zu superioren Ergebnissen bei Problemlösungen im Bereich der Technologiegestaltung führen kann.

Der Dogmatikerstreit Marktversagen versus Staatsversagen führt schlichtweg aus Sicht der modernen Spieltheorie bei Informationsasymmetrien am Problem vorbei. Weder Markt noch der Staat allein liefert alle notwendigen Informationen zur Gestaltung effizienter Innovationssysteme. Die Metapher der *triple helix* aller relevanten Entscheidungsträger aus Staat, Wissenschaft und Wirtschaft versucht dieses Kooperations- und Dialogkonzept zu umschreiben. Die effiziente Gestaltung solcher Prozesse ist jedoch noch in vieler Hinsicht Neuland, so daß aufgrund von Erfahrungen die Leistungsfähigkeit nur schrittweise gesteigert werden kann.

Eine kritische Evaluierung der neuen Konzepte bleibt der Zukunft vorbehalten, sofern sie zu einer breiteren Anwendung gelangt sind.

5. Resümee

Fassen wir die Ergebnisse der vorangegangenen Überlegungen zusammen, so läßt sich feststellen, daß eine moderne Technologiepolitik sich einer Fülle von Her-

ausforderungen gegenüber sieht, die wohl nur schrittweise und im Dialog mit den betroffenen Akteuren gelöst werden können.

Erstens, vorrangig scheint zunächst, daß ein adäquater Rahmen für einen effizienten Institutionenwettbewerb geschaffen wird, so daß der erforderliche Wandel innerhalb des deutschen Innovationssystem in Gang kommen kann.

Zweitens, es besteht kaum ein Anlaß für die Vermutung, daß es gegenwärtig einen Mangel an technologischen Potentialen gibt, die eine Steigerung des technischen Fortschritts in der Wirtschaft in Deutschland im Wege stünden.

Drittens, es bestehen wohl erhebliche Mängel in der Allokationseffizienz beim Mitteleinsatz innerhalb des deutschen Innovationssystems, die es zu beseitigen gilt. Ein strategisches Mittel hierzu ist die Schaffung eines Institutionenwettbewerbs, so daß ein Suchprozeß zwischen den Akteuren in Gang kommt, der ineffiziente Institutionen aus dem Innovationssystem verdrängt bzw. neue schafft und neue flexible Netzwerkstrukturen in der *triple helix* erzeugt.

Viertens, es besteht desweiteren ein erheblicher Bedarf, die Diffusionseffizienz des Innovationssystems zu verbessern. Letzteres kann nur gelingen, wenn den bisher innovationsfernen Unternehmen ein Andocken an das Innovationssystem gelingt. Dies wird durch die Entwicklung eines leistungsfähigen Förderinstrumentariums begleitet sein müssen. Das bisherige Förderinstrumentarium ist hierfür nur unzureichend geeignet, da es noch zuwenig bedarfsgerecht die KMU bedient. Notwendig erscheint es, regionale Förderzentren zu schaffen, die als zentrale Anlaufstellen dienen, um als *information und network broker* die KMU an die entsprechenden Akteure weiterzuleiten. Die Leistungen sollten jedoch nicht kostenlos angeboten werden und die Dienstleistungen derartiger Förderzentren sollten zumindest einen erheblichen Beitrag aufgrund dieser Erträge zur Eigenfinanzierung dieser Institutionen leisten. Hierdurch wäre ein *incentive* für diese Förderzentren gegeben, ihre Fördereffizienz marktgerecht zu steigern.

Fünftens, sollte in Deutschland auch die Fähigkeit zu einer missionsorientierten Technologiepolitik verbessert werden, wobei Organisationsformen, wie sie sich insbesondere in den USA im Rahmen von SEMATECH, dem Next Generation Internet, dem Human Genome Projekt, etc. entwickeln und entwickelt haben als Orientierung

diesen sollten. Durch die Identifikation von Technologiefeldern, die sich durch einen gezielten Einsatz von öffentlicher und privater Ressourcen mittels leistungsfähiger missionsorientierter Innovationsnetzwerke rascher zur Generierung wirtschaftlichen Wachstums bringen lassen, werden dann nachhaltig die Wachstumsperspektiven der Weltwirtschaft positiv gestaltet. Es bleibt dann den jeweiligen Akteuren aufgrund ihrer Leistungsfähigkeiten überlassen, diese auch in einem globalen co-opetition Prozeß zu nutzen. Ländern und Regionen, die die höchste Internalisierungseffizienz der globalen Wissensbasis besitzen, werden zukünftig auch die Orte in der Weltwirtschaft sein, die nachhaltig die höchsten Pro-Kopf-Einkommen erzielen. Es besteht wenig Anlaß zu der Befürchtung, daß Deutschland dieser Herausforderung ebenso wie die USA derzeit nicht gewachsen sein könnte (vgl. hierzu auch Callon, Costigan, Keller, 1997). Es geht jedoch darum diese Herausforderung anzunehmen.

Literaturhinweise

- Arthur; W. B. (1994)**, Increasing Returns and Path Dependence in the Economy, The University of Michigan Press, Ann Arbor, 1994.
- BDI (1997a)**, Globalisierung als Herausforderung für eine neue Innovationspolitik, Rede von Hans-Olaf Henkel auf der VDA/BDI-Veranstaltung „Auto verbindet - Innovationspolitik für mehr Wettbewerbsfähigkeit“ anlässlich der IAA am 19. September 1997 in Frankfurt am Main,
<http://www.deutschland-innovativ.de/seiten/news/iaa.html>.
- BDI (1997b)**, Mehr Innovation aus Ostdeutschland, Für die Stärkung der industriellen und industrienahen Forschung in den neuen Bundesländern, BDI-Positionspapier, Leipzig, 17. September 1997.
<http://www.deutschland-innovativ.de/seiten/news/innoost.html>.
- Bullinger, H.-J. (ed.) (1996)**, Lernende Organisationen - Konzepte, Methoden, Erfahrungsberichte, Schäfer-Pöschel Verlag, Stuttgart, 1996.
- Callon, S. (1995)**, Divided Sun, MITI and the Breakdown of Japanese High-Tech Industrial Policy, 1975-1993, Stanford University Press, Stanford, California, 1995.
- Callon, B.; Costigan S. S.; Keller, K. H. (1997)**, Exporting U.S. High Tech, Facts and Fiction about the globalization of industrial R&D, Study Group Report, Council on Foreign Relations, New York, 1997.
- CCIC (1997a)**, Next Generation Internet Initiative, Concept Paper, National Coordination Office for Computing, Information, and Communications, Washington D.C., July 1997.
- CCIC (1997b)**, Next Generation Internet Initiative, Implementation Plan - Draft, National Coordination Office for Computing, Information, and Communications, Washington D.C., July 1997.
- DAAK (1997)**, Conflict and Cooperation in National Competition for High-Technology Industry, National Academy Press Bookstore, Washington D.C., 1997.
- DIW (1997)**, Wirkungen der Programme des BMWi zur Förderung der Industrieforschung auf die Entwicklung des produzierenden Gewerbes in Ostdeutschland. BMWi-Gutachten in Zusammenarbeit mit SÖSTRA, Berlin, April, 1997.
- DoD (1996)**, Defence Science and Technology Strategy, Department of Defense, Washington D.C., May 1996.
- Edquist, Ch. (ed.) (1997)**, Systems of Innovation, Technologies, Institutions and Organizations, Pinter, London-Washington, 1997.
- Erber, G. (1996)**, Ausgaben volumina von Staat und Wirtschaft für Forschungs und Entwicklung in den G7-Staaten, Vortragsmanuskript zum Workshop „Internationale

Technologieberichterstattung“ am 19. November 1996 im Institut für Weltwirtschaft, Kiel, 1996.

Erber, G.; Hagemann, H.; Seiter, S. (1996), Zur Industriepolitik in Europa, in: *Industriepolitik für Europa - Sozialpartner im Dialog*, Hrsg. Frank von Auer und Michael Geunich, Talheimer, Mössingen-Thalheim, 1996, S. 86-117.

Erber, G.; Weber, M.; Haustein, H.-D. (1996), Wirkungsanalyse der Förderung von kleinen und mittleren Unternehmen der informationstechnischen Industrie in den neuen Bundesländern auch im Hinblick auf die Entwicklung der globalen Informations-Infrastruktur, Gutachten in Zusammenarbeit mit UVI und IfI im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft, Berlin, November 1996.

Ergös, H. (1986), Does Technology Policy Matter?, CEPS Paper No. 29, Brüssel.

Etzkowitz, H. (1997), The Endless Transition: Designing a Triple Helix of Academic- Industry-Government Relations in the United States, Science Policy Institute, State University of New York at Purchase, (mimeographed).

Fleischer, F.; Hornschild, K. (1997), Zur Förderung der ostdeutschen Industrieforschung durch das Bundesministerium für Wirtschaft, *DIW-Wochenbericht 38/97*, 64. Jahrgang, Berlin, 677-688.

JETRO (1997), International Cooperation for the Globalization of SMEs in the APEC Region, APEC Small and Medium-Size Enterprise (SME) Symposium 1997 in Osaka, http://www.jetro.go.jp/APEC/97_4.html

IRDAC (1997), Towards a European Industrial Host Fellowship Scheme, Industrial R&D Advisory Committee of the European Commission, Brüssel, September 1997.

Klodt, H. (1996), The German Innovation System: Conceptions, Institutions and Economic Efficiency, Kiel Working Paper No. 775, Institute of World Economics, November 1996.

Lee, Y. S. (1996), A New Trade and Industrial Policy in the Globalization of Korea, Korean Institute for Industrial Economics and Trade, Seoul, 1996.

Leydesdorff, L. (1997), Does the triple helix metaphor provide us with an evolutionary model?, Department of Science & Technology Dynamics, Amsterdam, 1997, (mimeographed).

Nalebuff, B. J.; Brandenburger, A. M. (1996), Co-Opetition, New York, 1996.

Nelson, R. R. (ed.) (1993), National Innovation Systems: A Comparative Analysis, Oxford University Press, New York, 1993.

North, D. C. (1990), Institutions, Institutional Change and Economic Performance, Cambridge University Press, Cambridge U.K., 1990.

- NSF (1996)**, Science & Engineering Indicators 1996, National Science Board, National Science Foundation, Washington D.C., 1996.
- NSF (1997)**, Grant Proposal Guide, Science and Technology Centers (STC) Integrative Partnerships Program, NSF 98-2, NSF, Washington D.C., October 1997.
<http://www.nsf.gov/od/osti/centers/nsf9813/start.html>
- Stolpe, M. (1996)**, Zur Einführung: Nationale technologiepolitische Strategien und internationale Arbeitsteilung in Forschung und Entwicklung an der Schwelle zum 21. Jahrhundert, Themenaufschlagpapier zum Workshop „Internationale Technologieberichterstattung“ am 19. November 1996 im Institut für Weltwirtschaft, Kiel, 1996.
- Straßberger, F. et al., (1996)**, Die technologische Leistungsfähigkeit der deutschen Wirtschaft im internationalen Vergleich, Beiträge zur Strukturforschung des DIW, Heft 165, Duncker & Humblodt, Berlin, 1996.
- Witt, U. (1997)**, Self-organization and economics - What is new?, in: *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 8, No. 4, October 1997, 489-507.