

**Helmut Gassler (Wien) / Wolfgang Polt (Wien) /
Christian Rammer (Mannheim)**

Schwerpunktsetzungen in der Forschungs- und Technologiepolitik – eine Analyse der Paradigmenwechsel seit 1945¹

Die Frage der richtigen Schwerpunkt- und Prioritätensetzung beschäftigt die Forschungs- und Technologiepolitik seit ihren Anfängen. Nach dem Zweiten Weltkrieg können mehrere Paradigmen in der Schwerpunktsetzung beobachtet werden: die klassische Missionsorientierung im Bereich der Atom-, Raumfahrt- und Rüstungsforschung, die industriepolitisch motivierte Ausweitung auf eine große Zahl an „Schlüsseltechnologien“ mit breitem wirtschaftlichen Anwendungsspektrum, die Betonung von generischen Maßnahmen im Zusammenhang mit systemischen und Cluster-Ansätzen sowie die thematische Schwerpunktsetzung entlang von gesellschaftlichen Problemfeldern. In diesem Beitrag werden diese Paradigmen, ihre Charakteristika und die zu ihrer Legitimation herangezogenen Begründungszusammenhänge dargestellt. Dabei wird gezeigt, dass es zwar zu einer Weiterentwicklung der Ansätze kommt und sich historisch vorlaufende Ansätze als nicht hinreichend differenziert und den neuen Anforderungen des Innovationssystems gewachsen herausstellen, dass die Entstehung eines neuen Paradigmas das vorangegangene aber nicht vollständig ablöst. Vielmehr bauen die einzelnen Ansätze der Schwerpunktbildung aufeinander auf, sodass es zu einer sukzessiven Überlagerung und Koexistenz kommt – mit Konsequenzen für den (wachsenden) Komplexitätsgrad von Forschungs- und Technologiepolitik.

*Keywords: Forschungs- und Technologiepolitik, Schwerpunktsetzungen, Paradigmenwechsel, internationaler Vergleich, systemischer Ansatz
Research and technology policy, priority setting, paradigm change, international comparison, systemic approach*

1. Einleitung

Unter dem Politikfeld „Forschungs- und Technologiepolitik“ verstehen wir all jene staatlichen Aktivitäten, die darauf abzielen, die Entscheidung von AkteurInnen (Unternehmen, Haushalte, öffentliche Institutionen) zu beeinflussen, neue Technologien zu entwickeln (Invention), zu kommerzialisieren (Innovation) oder anzuwenden (Diffusion). Diese staatlichen Aktivitäten waren in den letzten Jahrzehnten mehrfach Änderungen unterworfen, insbesondere in der Art dessen, was als Schwerpunkt in diesem Politikfeld gelten sollte und worauf sich staatliches Handeln vorrangig zu konzentrieren habe.

In diesem Aufsatz wollen wir diese Veränderungen seit der Nachkriegszeit empirisch nachzeichnen und einen begrifflich-analytischen Rahmen vorschlagen mit dem diese beschrieben werden können. Dabei untersuchen wir die Veränderungen entlang von drei verschiedenen Dimensionen: Zum ersten betrachten wir die inhaltliche Dimension (welche Schwerpunkte werden ausgewählt?), zum zweiten die legitimatorische Dimension (was sind die wichtigsten Begründungsrahmen für die Schwerpunktsetzungen?) und schließlich drittens eine institutionelle Dimension (in welcher Weise bestimmen unterschiedliche Institutionen über Schwerpunktsetzungen mit?).

Dabei knüpft der vorliegende Beitrag insbesondere an die im Rahmen des Innovationssystem-Ansatzes (vgl. Lundvall 1992) entwickelten Begrifflichkeiten an und sucht sie auf die empirisch vorfindbaren Veränderungen der Schwerpunktsetzung der Forschungs- und Technologiepolitik anzuwenden. Zwar hat es in der Vergangenheit einige Beschreibungen von Innovationssystemen und ihrer historischen Entwicklung gegeben, und auch bezüglich der historischen Entwicklung von Forschungs- und Technologiepolitik liegen einige Arbeiten vor. Diese stellen allerdings entweder auf einzelne Länder ab (v.a. die USA, vgl. etwa Mowery 1994), oder sie beschreiben die Veränderungen der Forschungs- und Technologiepolitik mit einem anderen begrifflichen Instrumentarium (etwa Kitschelt 1994, der sie hinsichtlich der Arten ihrer „Lernprozesse“ analysiert).

Wir wollen zeigen, dass sich mit dem zunehmenden Komplexitätsgrad dieses Politikbereiches nicht nur systemische Politikansätze zunehmend etablieren, sondern dass auch die Begrifflichkeiten des systemischen Ansatzes gut geeignet sind, die historische Entwicklung der Forschungs- und Technologiepolitik zu beschreiben.

2. Die Paradigmen der Forschungs- und Technologiepolitik in historischer Entwicklung

Historisch lassen sich – etwa in der Form der Einführung von staatlichen Preisen für die Lösung bestimmter wissenschaftlicher Probleme (vgl. etwa Sobel 2002 zum Problem der Navigation), in der Schaffung wissenschaftlicher Akademien und staatlicher Werkstätten und Versuchsanstalten oder auch in den frühen Formen von intellektuellen Eigentumsrechten (Patente und Privilegien) Vorläufer zu dem, was wir oben als Inhalt von Forschungs- und Technologiepolitik definiert haben, sicher schon ab dem 15. Jahrhundert finden. Wir gehen allerdings mit Kitschelt (1994, 392) davon aus, dass „es angemessen [ist], von der staatlichen Technologieförderung als einer ‚neuen‘ Staatsaufgabe zu sprechen, die erst seit dem zweiten Weltkrieg

umfassend ins politische Wahrnehmungssystem gerückt ist“.

Welche Trends seither zu beobachten waren und sind, ist ein Untersuchungsgegenstand dieses Aufsatzes. Dabei wird das Zusammenspiel zwischen ökonomischen und politischen Begründungen, die für eine thematische Fokussierung zu unterschiedlichen Zeiten ins Feld gebracht wurden, den Interessen der verschiedenen Akteursgruppen, die an dem Prozess der Schwerpunktsetzung beteiligt waren, sowie der an einer technologiespezifischen Förderung immer wieder geäußerten Kritik analysiert.

Ein zweites Ziel ist die Analyse der Prozesse der thematischen Schwerpunktsetzung, wie sie sich aktuell in den hoch entwickelten Industrieländern zeigen. Hierfür wird auf mehrere jüngst unter Mitwirkung der AutorInnen erstellte Ländervergleichsstudien zurückgegriffen. In diesen Untersuchungen wurden insbesondere Deutschland, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Irland, Japan, Kanada, Korea, Neuseeland, die Niederlande und die USA hinsichtlich der politischen Strukturen der Schwerpunktsetzungen untersucht. Wie stets bei einem Vergleich zwischen nationalen politischen Systemen stellt sich die Schwierigkeit der sehr unterschiedlichen institutionellen Rahmenbedingungen und historischen (strukturellen) Voraussetzungen, unter denen Entscheidungsprozesse ablaufen und politische Entscheidungen getroffen werden. Im Rahmen einer komparativen Untersuchung stellen wir für ausgewählte Länder verschiedene Aspekte dieser Gestaltungsprozesse gegenüber und fassen die zentralen Ergebnisse entlang von mehreren Dimensionen (involvierte Institutionen, Grad der Zentralisation von Entscheidungsprozessen, Grad der Pfadabhängigkeit, Ausmaß der Strategieorientierung) zusammen.

3. Trends in der Schwerpunktsetzung seit dem Zweiten Weltkrieg

Trends in der Schwerpunktsetzung (*priority setting*) der Forschungs- und Technologiepolitik können in mehreren Dimensionen beschrieben werden: Eine *inhaltliche Dimension* betrachtet

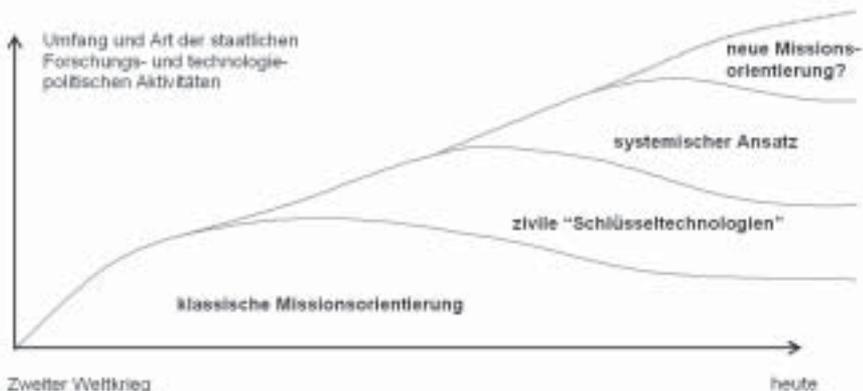
die prioritär geförderten Schwerpunkte sowohl im Sinn von Technologien (als Kombination von theoretischem Wissen, das üblicherweise wissenschaftlichen Disziplinen zugeordnet werden kann, von technischen Lösungswegen und Anwendungsgebieten) als auch im Sinn von generischen Ansätzen, die funktionale und strukturelle Aspekte des Innovationsprozesses ansprechen (Unternehmensgründungen, Technologiediffusion etc.). Eine *legitimatorische Dimension* beschreibt die von den staatlichen AkteurInnen ins Feld geführten Begründungen für die gewählte Schwerpunktsetzung. Eine *institutionelle Dimension* befasst sich schließlich mit den Rollen der in den Prozess der Politikgestaltung und -implementierung eingebundenen Institutionen. Eine zusammenfassende Darstellung der Charakterisierungen der im Folgenden beschriebenen Paradigmen entlang dieser Dimensionen findet sich im Schlusskapitel in Tabelle 2.

Die Ableitung und Diskussion der einzelnen Trends stützt sich im Wesentlichen auf die Trends, die in den großen OECD-Ländern (USA, Japan, Deutschland, Frankreich, Großbritannien) zu beobachten sind, da diese quantitativ (d.h. gemessen an den staatlichen Ausgaben für F&E) dominierend sind und dadurch auch die Entwicklung in einzelnen Technologiefeldern bzw. Märkten bestimmen, weshalb sie

auch für kleinere Länder eine zentrale Referenz und ein Orientierungspunkt bei Fragen der Schwerpunktsetzung sind. Für die aktuellen Entwicklungen werden allerdings auch stärker Erfahrung aus kleineren Industrieländern einbezogen, da in den vergangenen 10 bis 15 Jahren insbesondere von diesen Ländern eine Reihe neuer Ansätze in der technologiepolitischen Schwerpunktsetzung ausgingen.

Die Entwicklung der vergangenen 50 Jahre ist dadurch charakterisiert, dass einmal gewählte Ausformungen von Schwerpunktsetzungen nicht durch andere abgelöst wurden, sondern neue inhaltliche Schwerpunkte, institutionelle Arrangements und Begründungszusammenhänge auf den zuvor etablierten Strukturen additiv aufsetzten. Diese Entwicklung wurde als ein „Schalenmodell“ der historischen Entwicklung bezeichnet (vgl. Fier 2002) und dient auch als Grundlage für die folgende Diskussion. Dabei unterscheiden wir vier Trends, die in Bezug auf ihre Entstehungsgeschichte eine gewisse zeitliche Abfolge aufweisen, die aber alle bis heute in unterschiedlicher Bedeutung und Gewichtung fortwirken (vgl. Abbildung 1): Die „klassische“ Missionsorientierung, die in den 1940er und 1950er Jahren einsetzte, die Ausweitung der Technologieförderung auf zivile „Schlüsseltechnologien“ ab den 1960er Jahren, die Ergänzung der thematischen Förderung um generische

Abbildung 1: Trends der Schwerpunktsetzung in der Forschungs- und Technologiepolitik: Schematische Darstellung



Ansätze, insbesondere im Zusammenhang mit dem Aufkommen des Innovationssystem-Ansatzes ab den 1980er Jahren sowie die aktuellen Entwicklungen, die als „neue“ Missionsorientierung bezeichnet werden können, wobei zusätzlich zu Technologieschwerpunkten eine Orientierung an gesellschaftlichen Problemfeldern (Nachhaltigkeit, Gesundheit, Sicherheit, demografischer Wandel) in den Vordergrund rückte.

3.1. Klassische Missionsorientierung

Forschungs- und Technologiepolitik hat ihren Ursprung in der Förderung sehr konkreter Technologien²: Bis zum Zweiten Weltkrieg lag der Schwerpunkt in den Industrieländern dabei in der Agrarforschung (Pflanzenzüchtung, Pflanzenschutz), dem Bergbau (Geologie), dem Gesundheitswesen (u.a. Impfstoffforschung) sowie dem Verkehrs- und Kommunikationsbereich (z.B. Schiffbau, Luftfahrt, Telekommunikation), wenn auch auf bescheidenem Niveau und abgewickelt in erster Linie über staatliche Forschungseinrichtungen (vgl. Mowery/Rosenberg 1989; Mowery/Rosenberg 1998, 26ff. zu den USA; oder Richter 1979; Grupp/Icía 2002 für Deutschland).

Als der Ausgangspunkt der modernen Forschungs- und Technologiepolitik muss aber der Zweite Weltkrieg gelten, der in den Krieg führenden Staaten zum koordinierten Aufbau großer Forschungskapazitäten zur Entwicklung kriegswichtiger Technologien wie der Atomtechnik, der Materialtechnik oder der Antriebs- und Luftfahrt führte. An dieser so genannten „missionsorientierten“ Politik, bei der staatliche Stellen die zu erreichenden Ziele sowie die hierfür notwendigen technologischen Entwicklungen definieren, setzte die Forschungs- und Technologiepolitik in der Nachkriegszeit großteils an. Im Zentrum der staatlichen Aufmerksamkeit standen zunächst die beiden „Großtechnologien“ der Atomenergienutzung und der Raumfahrt, deren Einsatz sowohl von den westlichen Großmächten (zunächst USA, Frankreich, Großbritannien) als auch von der Sowjetunion gezielt vorangetrieben wurde.

Der Bedarf des Militärs im (in Deutschland und Japan auch schon vor dem) Zweiten Weltkrieg an der raschen Entwicklung von neuen Waffentechnologien war der wesentliche Auslöser für einen „Paradigmenwechsel“ (diesen Begriff verwenden wir in Anlehnung an Kuhn 1962) in der Forschungspolitik. Um das Ziel zu erreichen, in kurzer Zeit völlig neue Technologien zu entwickeln und auch erfolgreich einzuführen, mussten neue Wege der Forschungsorganisation beschritten werden. Dabei galt es WissenschaftlerInnen, TechnikerInnen und AnwenderInnen zusammenzubringen und dafür zu sorgen, dass die für die Technologieentwicklung benötigten neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse erarbeitet und in die technische Anwendung übergeleitet werden. Hierfür wurden spezifische Formen der Zielfestlegung, der Durchführung und des Monitorings von Forschungsprojekten eingeführt, die auch nach dem Kriegsende weiter genutzt wurden.

Diese im Zweiten Weltkrieg entstandenen Forschungsinfrastrukturen, Technologieprogramme und politischen Lenkungsmechanismen wurden nach Kriegsende fortgeführt. Dafür spielte zum einen der weiterhin hohe Bedarf des Militärs an einer Weiterentwicklung der Waffentechnologie eine Rolle, der im Zug der Systemauseinandersetzung noch weiter anstieg. Zum anderen wollte man das entstandene wissenschaftliche und technologische Potenzial weiter nutzen und die eingerichteten Institutionen hatten klarerweise ein Interesse an einer Fortführung ihrer Aktivitäten. Diese bis heute fortbestehenden klassische missionsorientierte Forschungs- und Technologiepolitik weist folgende wesentliche Kennzeichen auf (vgl. Soete/Arundel 1993):

- Die thematischen Schwerpunkte liegen im Bereich von „Großtechnologien“, für deren Entwicklung große technische Infrastrukturen, lange Projektlaufzeiten und hohe Finanzierungsmittel benötigt werden: Atomtechnologie, Raumfahrttechnologien und Waffentechnologien (insbesondere Raketen und Flugzeuge).
- Für die hervorzubringenden Technologien besteht zunächst ausschließlich ein staatlicher Bedarf, das heißt privatwirt-

schaftliche Anwendungsmöglichkeiten spielen für die Zielsetzung und Ausrichtung der Technologieförderung zunächst keine Rolle. Auf die Formulierung von Diffusionszielen, das heißt der gezielten Nutzung der Technologien auch für andere Anwendungsbereiche, wurde zunächst verzichtet. Allerdings gewannen in späteren Phasen der Großtechnologieforschung – auch in Antwort auf die zunehmende Kritik an dieser Art von Technologiepolitik – der „Dual-Use“-Gedanke und der Technologietransfer in zivile Anwendungsfelder an Bedeutung.

- Die Rolle der wissenschaftlichen (Grundlagen-)Forschung zur Erreichung der Technologieziele wird stark betont, Technologieentwicklung wird wesentlich als ein „*Science-Push*“-Ansatz gefasst (paradigmatisch zusammengefasst im berühmten Bericht von Vannevar Bush: „*Science, the endless frontier*“). Die Förderung ist auf kleine von staatlichen Behörden ausgewählte Gruppen von AkteurInnen beschränkt (wissenschaftliche Einrichtungen, Großunternehmen). Für die Durchführung von Forschungsarbeiten wurden große Forschungsinfrastrukturen geschaffen, an denen die verschiedenen Beteiligten zusammengebracht wurden.
- Die Definition der Ziele und die Identifikation der zu entwickelnden Technologien erfolgt durch kleine Expertengruppen, die insbesondere MitarbeiterInnen der staatlichen Bürokratie sowie des Militärapparats umfassen. Die administrative Abwicklung erfolgt häufig „sektorspezifisch“, das heißt die Zuständigkeit für die Technologieförderung liegt bei einzelnen Fachministerien. Das Monitoring und die Steuerung der Projekte und Programme erfolgt zentral durch staatliche Behörden. In den USA hat sich diese Struktur bis heute in der Forschungs- und Technologiepolitik erhalten, wobei das *Department of Energy* für die Atomforschung, das *Department of Defense* für die Entwicklung von militärischen Technologien und die NASA für die Raumfahrtforschung verantwortlich sind.

Die missionsorientierte Politik alten Typs zielte letztlich darauf ab, Technologien hervorzubringen, die weder über private Initiative – das heißt im Rahmen industrieller Forschung – noch durch den „normalen“ wissenschaftlichen Fortschritt entstanden wären. Denn für die industrielle Forschung handelte es sich um Technologien, deren kommerzielle (Nutzungs-) Potenziale angesichts der enorm hohen Kosten, der sehr langen Entwicklungszeiten und der hohen technologischen Unsicherheit viel zu gering sind, als dass sich Investitionen rechnen würden.

Insofern stand die missionsorientierte Politik der 1940er und 1950er Jahre vor geringen Rechtfertigungszwängen, da sie sich einer genuin staatlichen Aufgabe zuwandte, nämlich der Produktion öffentlicher Güter. Hinzu kam die ideologische Legitimation dieser Forschungsanstrengungen vor dem Hintergrund des Weltkriegs bzw. der Systemauseinandersetzung zwischen West- und Ostblock.

Die klassische missionsorientierte Forschungs- und Technologiepolitik der Kriegs- und Nachkriegszeit kann insofern als erfolgreich angesehen werden, als sie ihre Ziele rasch erreichen konnte: Die militärische und zivile Atomkraftnutzung wurde bereits Mitte bzw. Ende der 1940er Jahre realisiert und Ende der 1950er Jahre starteten die ersten Trägersysteme und Weltraumfahrzeuge ins All. Als Erfolgsfaktoren wurden die Kombination aus dem Einsatz umfangreicher Finanzmittel, der Zusammenführung von wissenschaftlicher Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Technologieentwicklung, der Schaffung von großen Forschungsinfrastrukturen und der Vorgabe klarer zeitlicher und inhaltlicher Zielsetzungen angesehen.

Seit Ende der 1960er Jahre wurde dieses Konzept der missionsorientierten Technologiepolitik sukzessive auf weitere Technologiefelder ausgeweitet sowie von anderen Ländern aufgegriffen.

Diese Ausweitung auf Felder, bei denen der „öffentliche-Gut“-Charakter weniger offensichtlich war, brachte allerdings neue Problemstellungen mit sich, nämlich die der Identifikation der Schwerpunkte und der Legitimation der

Fokussierung von Fördermitteln auf die ausgewählten Felder.

3.2. Industriepolitik und zivile „Schlüsseltechnologien“

Eine neue Phase in der technologiespezifischen Forschungspolitik wurde in den 1960er Jahren eingeleitet, als das Konzept der Missionsorientierung auf Technologiefelder ausgeweitet wurde, die nicht mehr ausschließlich für die Produktion öffentlicher Güter in Frage kamen, sondern auch ein großes kommerzielles Anwendungspotenzial besaßen. Im Mittelpunkt standen dabei die durch die Entwicklung von elektronischen Halbleitern entstandenen „neuen Informations- und Kommunikationstechnologien“. Aber auch neu entstehende bzw. sich dynamisch entwickelnde Felder gerieten in den Fokus der Forschungs- und Technologiepolitik.

Die Ausweitung der Technologieförderung auf vorrangig zivile Anwendungsbereiche wurde wesentlich durch drei Faktoren angetrieben: Erstens legte der Erfolg der missionsorientierten Technologiepolitik in den 1940er und 1950er Jahren im Bereich der „Großtechnologien“ nahe, dieses Modell auch auf andere Technologiebereiche anzuwenden. Zweitens wurden in dieser Phase institutionelle Strukturen zur Förderung wie auch zur Durchführung von F&E geschaffen, die rasch wuchsen und an politischem Einfluss gewannen, wie spezielle Behörden (z.B. NASA in den USA) und Ministerien (z.B. Atomministerium in der BRD). Diese suchten nach dem Auslaufen der Hochphasen in der Atom- und Raumfahrtforschung nach einer Ausweitung ihrer Tätigkeitsfelder. Die Identifikation weiterer Technologiefelder als förderungswürdig war ein Hebel zur Steigerung der Etatmittel und politischen Bedeutung dieser Verwaltungseinrichtungen. Drittens sahen viele Länder, insbesondere Deutschland und Japan, einen „technologischen Nachholbedarf“ gegenüber den technologisch führenden Ländern: Die hohen Investitionen in die technologieorientierte Forschung insbesondere in den USA wurden als eine Gefährdung der eigenen

industriellen Perspektiven wahrgenommen. Durch den Ausbau der eigenen Forschungskapazitäten sollte verhindert werden, den technologischen Anschluss zu verlieren (vgl. für die BRD Bruder 1986; Giersch 1987; Fier 2002, 36ff.; für Japan im Bereich der Informationstechnologie Mowery 1994, 222ff). Diese „*Catching-up*“-Politik hatte starke industriepolitische Züge und ging somit über eine reine forschungs- und technologiepolitische Zielsetzung hinaus.

Die Förderung von Schlüsseltechnologien, deren dynamischste Phase grob in den Zeitraum von Ende der 1960er bis Anfang der 1990er Jahre gelegt werden kann, die aber auch heute noch ein wichtiges Standbein der Forschungs- und Technologiepolitik aller OECD-Länder ist, ist durch folgende Merkmale geprägt:

- Inhaltlich umfasst das Spektrum der ins Visier genommenen Technologien eine große Zahl, wobei von fast allen Ländern ein gleicher Kanon an Feldern aufgenommen und gefördert wird: Neben der Informationstechnologie (Mikroelektronik, später auch Software) zählen hierzu noch Produktionstechnologien (Roboter, Fertigungsautomation), die Biotechnologie, Umwelttechnologien, Materialtechnologien, „alternative“ Energietechnologien (Windkraft, Solarenergie) und Medizintechnologien. In den 1990er Jahren kommt mit der Nanotechnologie ein neues Feld hinzu. Viele Länder integrierten auch traditionelle Gebiete thematischer Forschungsförderung, die oft ins 19. Jahrhundert zurückreichen (Agrarforschung, Geologie, Meeresforschung, Impfstoffforschung), in das System der thematischen Schwerpunktsetzung.
- Ziele, Instrumente und Budgetmittel werden in typischerweise mehrjährigen Programmen festgeschrieben, für die die verschiedenen „nationalen Technologieschwerpunktprogramme“ aber auch die „Rahmenprogramme für Forschung und technologische Entwicklung“ der Europäischen Kommission paradigmatisch sind. Für die Programmadministration werden häufig eigenständige Einrichtungen geschaffen, die zunehmend auch als institutionelle Akteure mit

- eigenen Interessen in der Forschungs- und Technologiepolitik auftreten.
- Der Zugang zur „Schlüsseltechnologie“-Förderung steht einem breiten AdressatInnenkreis aus Wissenschaft und Wirtschaft offen. Damit soll auch die Diffusion und breite Anwendung der neuen Technologien in Wirtschaft und Gesellschaft befördert werden. Anstelle von langfristig angelegten Großprojekten im Rahmen der klassischen Missionsorientierung stehen kurz- bis mittelfristig ausgerichtete Projekte mit einer kleinen Zahl an TeilnehmerInnen im Mittelpunkt. Neue Forschungsinfrastrukturen wurden nur mehr in geringer Zahl und mit wesentlich kleinerem Umfang aufgebaut, alte bestehen aber weiter und haben z.T. einen hohen Umgestaltungsbedarf (z.B. die Atomforschungszentren).
 - Die Konzeption und Umsetzung der Schlüsseltechnologieförderung greift stärker als die klassische Missionsorientierung auf Planungsansätze, Modellierungen, Studien und Szenariotechniken zurück. Für die Identifikation von förderungswürdigen Technologiefeldern sind Instrumente wie Technologievorschau, Technologiebewertung und Delphi-Studien weit verbreitet und der Kreis der einbezogenen ExpertInnen ist wesentlich größer. Durch die prinzipielle Offenheit für neue thematische Felder sowie den breiteren AdressatInnenkreis ist die Zahl der potenziellen FörderempfängerInnen groß. Dementsprechend groß ist auch das Interesse verschiedener Interessenvertretungen an einer Partizipation an der Programmstellung. Dies befördert die thematische Vielfalt und läuft einer Fokussierung der Technologieförderung auf wenige Felder entgegen.
 - Die Zielsetzung ist – in den Anfangszeiten explizit, später nur mehr implizit – vorwiegend industriepolitisch motiviert. Damit einher geht der Einsatz von Instrumenten aus der Industriepolitik wie die Bildung von nationalen Konsortien (z.B. Sematech in den USA zum Aufholen eines wahrgenommenen Rückstands in der Mikroelektronikforschung in den 1980er Jahren), die Förderung

von „nationalen Champions“ oder der staatlich geförderte Aufbau neuer Großunternehmen in als strategisch wichtig erachteten Märkten (z.B. die Gründung von Airbus durch mehrere EU-Länder).

Die wesentlichen Unterschiede zur klassischen Missionsorientierung liegen somit im prozessoralen (Methoden zur Identifikation von förderwürdigen Schwerpunkten) und im institutionellen Bereich (Programmierung, Dezentralisierung) sowie in der wachsenden Diffusionsorientierung. Vor allem aber bedarf diese Form der staatlichen Intervention in die Technologieentwicklung einer anderen Rechtfertigung als die klassische an genuin staatlichen Aufgabenfeldern ausgerichtete Missionspolitik. Im Zentrum standen dabei zunächst industriepolitische Argumente: Durch die Bündelung von staatlichen und privaten Ressourcen sollen Größenvorteile genutzt werden, die zu einer Verbesserung der Wettbewerbsposition sowohl in qualitativer (raschere Entwicklung von Technologien) als auch preislicher (Stückkostensenkung) Hinsicht beitragen. Außerdem kann ein rascher und kraftvoller Einstieg in prospektive Technologien den nationalen AkteurInnen, allen voran den Unternehmen, „First-Mover“-Vorteile verschaffen und zu dauerhaften Monopolstellungen in Produktmärkten führen. Schließlich verspricht eine Fokussierung von Ressourcen auf bestimmte Technologiefelder eine umfangreichere Nutzung von Wissens-*Spillovers* und anderen positiven externen Effekten, die zu dynamischen Wachstumsimpulsen für die nationale Industrie führen können.

Die Nutzung dieser drei strategischen Vorteile hielt man nur bei einer staatlichen Koordination für möglich, indem den AkteurInnen aus Wissenschaft und Wirtschaft inhaltliche Orientierungen gegeben werden, auf die sie ihre eigenen Aktivitäten hin ausrichten können. Die aus diesem Argumentationsstrang heraus identifizierten thematischen Schwerpunkte spiegeln sich auch in der verwendeten Begrifflichkeit wider: Strategische Technologien, Schlüsseltechnologien, Zukunftstechnologien, Spitzentechnologien und Durchbruchstechnologien sind Bezeichnungen, die auf die strategische

wirtschaftspolitische Bedeutung der Technologieförderung hinweisen sollen (Soete 1991; OECD 1991; Branscomb 1994).

Ein zweiter Begründungsstrang rückt stärker die Bedeutung von Querschnittstechnologien für die Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit von Volkswirtschaften in den Mittelpunkt. Diese Argumentation kann insoweit an das Marktversagens-Paradigma für technologiepolitische Interventionen anknüpfen (Stoneman 1987), als die Differenz zwischen sozialen und privaten Erträgen aus F&E (und damit der Bedarf an staatlicher Intervention) dann besonders hoch ist, wenn es sich bei den Ergebnissen von F&E um Technologien mit einem sehr breiten Anwendungsspektrum handelt, das eine Reihe von Folgeinnovationen in einer Vielzahl von Wirtschaftszweigen eröffnet. Um eine möglichst rasche und breite Nutzung solcher Technologien und der damit einhergehenden Produktivitätseffekte und Innovationsanstöße zu erreichen, ist eine staatliche Förderung der Technologieentwicklung und deren Zugänglichmachung für einen möglichst breiten Nutzerkreis angebracht. In diesem Begründungszusammenhang werden häufig „generische Technologien“, „Infrastrukturtechnologien“ und „General-Purpose-Technologien“ als der bevorzugte Adressat staatlicher Politik identifiziert.

3.3. Systemische Ansätze und Clusterpolitik

Die Politik der Forcierung von Technologie-schwerpunkten traf von Anfang an auf theoretische und praktische Kritik. Dabei wurden unterschiedliche Argumente vorgebracht, die auf ordnungspolitische Perspektiven, Effizienzüberlegungen, inhärente Informationsprobleme, strukturpolitische Argumente und wettbewerbspolitische Aspekte abzielten (vgl. Klodt 1987). So würde einer Monostrukturierung von Wirtschaftsstrukturen und damit der Anfälligkeit gegenüber exogenen Schocks Vorschub geleistet. Informationsdefizite der EntscheidungsträgerInnen würden zu mangelhaften Identifikationsverfahren führen und die Gefahr bergen, auf das falsche Pferd zu setzen. Die Partizipation von InteressenvertreterInnen an

der Technologieauswahl kann zur Bevorzugung jener Technologiebereiche führen, die sich am besten in den Entscheidungsprozessen artikulieren können, und nicht notwendigerweise die zukunftsreichsten Technologiefelder adressieren. Die Pfadabhängigkeit der Technologieförderung, einmal eingeführte Schwerpunkte auf lange Sicht fortzuführen, die wesentlich aus der institutionellen Verankerung von Technologieschwerpunkten in Form eigener administrativer Strukturen und spezialisierten Forschungseinrichtungen resultiert, kann in der Konservierung von Technologien und Industriestrukturen enden. Die Vorauswahl bestimmter Technologien würde außerdem den Wettbewerb zwischen Technologiealternativen einschränken, während die Zusammenführung von KonkurrentInnen im Rahmen kooperativer Technologieentwicklung den Wettbewerb in Produktmärkten einschränkt. Vor allem aber sei die Effizienz einer staatlichen Festlegung von förderwürdigen Technologien grundsätzlich in Frage zu stellen, da diese häufig technologischen Trends, die – so die implizite Annahmen – sich ohnehin am Markt durchgesetzt hätten, nur nachliefen.

Vor diesem Hintergrund stießen neue konzeptionelle Ansätze in der Innovationsforschung, die im Lauf der 1980er entstanden und anstelle von thematischen Schwerpunkten generische Ziele und „funktionale“ Schwerpunkte ins Blickfeld rückten, auf große Resonanz in der Forschungs- und Technologiepolitik. Besonders einflussreich waren der Innovationssystem-Ansatz und – damit konzeptionell verwandt – der Cluster-Ansatz. Ersterer entstand aus dem Versuch, die überdurchschnittliche Performance einzelner Länder oder Regionen bei der Hervorbringung, der kommerziellen Anwendung und dem internationalen Erfolg von neuen Technologien zu erklären. In den 1980er Jahren gerieten dabei insbesondere Japan, Kalifornien sowie die skandinavischen Länder ins Blickfeld, deren dynamische Entwicklung und hohe Wettbewerbsfähigkeit mit den herkömmlichen Modellen zur Erklärung von technologischem Wandel und technologischer Leistungsfähigkeit nicht erfasst werden konnten. Mit der Einbeziehung von „system-

mischen“ Elementen wollte man diesen Erfolgsmodellen auf die Spur kommen (vgl. Freeman 1987 für Japan, sowie Lundvall 1992). Betont wurde die Bedeutung von Kooperationen, sowohl horizontaler, vor allem aber auch vertikaler Art zwischen Technologieproduzenten und -nutzern (vgl. Fagerberg 1995), die Zusammenführung von Wissenschaft und Wirtschaft in offenen, flexiblen Formen der Kooperation, die Rolle des Staates als Regulierer und Gestalter innovationsfreundlicher Rahmenbedingungen (die auch Politikfelder wie die Steuerpolitik, die Finanzmarktpolitik, das Arbeitsrecht und produktspezifische Regulierungen einschloss), die Bedeutung kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) sowie von technologieorientierten Gründungen sowohl als Partner als auch als Wettbewerber von großen Unternehmen und die Funktion von dezentralen staatlichen Institutionen als Unterstützer von Innovationsprozessen.

Einen zweiten wichtigen Impuls leistete der Cluster-Ansatz, der vor allem über die Analyse von Porter (1990) zur Erklärung von sektoralen Wettbewerbsfähigkeitsunterschieden zwischen Ländern und Regionen Eingang in die Forschungs- und Innovationspolitik fand. Er weist auf die Bedeutung von räumlichen Agglomerationen von Kompetenzen, vertikalen Kooperationen zwischen LieferantInnen, ProduzentInnen und einer fordernden Nachfrage, des kumulativen Aufbaus von sektorspezifischen Ressourcen und Infrastrukturen, die als positive externe Effekte allen AkteurInnen in einem Sektor zugute kommen, der Diffusion von Technologien sowie von innovationsfördernden sektoralen Regulierungen und staatlichen Unterstützungen hin (siehe auch OECD 2001).

Die Forschungs- und Innovationspolitik griff beide Ansätze ab den 1990er Jahren vermehrt auf, indem die thematische Orientierung der Forschungsförderung um an generischen Funktionen von Innovationssystemen ansetzende Instrumente ergänzt, in einigen Ländern sogar weitgehend ersetzt wurde („funktionale Schwerpunktsetzungen“). Zur Verfolgung solcher funktionalen Schwerpunktsetzungen – wie z.B. Kooperationsförderung, Förderung von High-tech-Gründungen, regionale Netzwerkbildung

– wurden entweder in bestehende Technologieprogramme zusätzliche Instrumente integriert (so z.B. die Gründungs- und KMU-Förderung in den Forschungsprogrammen der US-Behörden über SBIR³ oder die Gründungs- und regionale Netzwerkförderung im Biotechnologieprogramm in Deutschland), neue Programme, die bestimmte generische Instrumente mit einem thematischen Fokus kombinieren, eingerichtet (z.B. die Kompetenzzentren-Programme in Australien, Österreich oder Schweden, oder die thematischen Forschungsnetzwerke in Frankreich) oder aber ergänzend zur thematischen Forschungsförderung neue Querschnittsmaßnahmen eingeführt.

Durch diese Ausweitung der thematischen Förderung um generische Instrumente und funktionale Aspekte konnte zum einen der Kritik einer „dirigistischen“ Technologiepolitik begegnet werden. Zum anderen boten diese neuen Instrumente die Gelegenheit, eine größere Zahl an AkteurInnen als Zielgruppen der thematischen Forschungsförderung anzusprechen und dieses Politikfeld breiter zu verankern. Dies betrifft zum einen die viel weiter reichende Einbeziehung von wissenschaftlichen Einrichtungen (über die Kooperationsförderung Wissenschaft-Wirtschaft) und von KMU als EmpfängerInnen thematischer Förderungen. Zum zweiten führten auch Neuerungen in den Finanzierungsinstrumenten zur Einbeziehung von FinanzmarktakteurInnen in die Forschungs- und Technologiepolitik (Wagniskapitalfonds, Kreditgeber). Schließlich war zur Abwicklung der zunehmend komplexeren Programme, die neben einer technologischen Expertise (u.a. zur inhaltlichen Bewertung von Projektanträgen) auch noch Kenntnisse und Organisationserfahrung in den verschiedenen generischen Interventionsbereichen erforderte, auch eine weitgehende Ausdifferenzierung der administrativen und instrumentellen Ebene notwendig. Dieser Anforderung wurde in vielen Ländern durch die Einsetzung spezialisierter ProgrammadministratorInnen Rechnung getragen. Dies führte zu einer funktionalen Ausdifferenzierung der staatlichen AkteurInnen in der Forschungs- und Technologiepolitik und einer oft großen Vielfalt an mit Programmabwick-

lungen befassten Einrichtungen. Mit der Einbeziehung von oft regional fokussierten Cluster-Ansätzen stieg insgesamt die Zahl der in die Forschungs- und Innovationspolitik involvierten AkteurInnen noch weiter an und machte Entscheidungsprozesse – im Vergleich zu den Anfängen der klassischen Missionsorientierung – ebenso wie die Koordination zwischen den einzelnen Institutionen deutlich komplexer (vgl. OECD 1991; OECD 2005b).

4. Thematische Schwerpunktsetzungen heute: inhaltliche und prozessuale Aspekte

4.1. Aktuelle inhaltliche Ausrichtung der staatlichen Forschungs- und Technologieförderung

Heute sind in allen hoch entwickelten Industrieländern Elemente der drei oben diskutierten Ansätze in der technologiepolitischen Schwerpunktsetzung zu finden. Anhand der fünf größten Industrieländern (USA, Japan, Deutschland, Großbritannien, Frankreich) kann die Bedeutung der einzelnen Schwerpunkte quantitativ exemplifiziert werden. Auf die „klassische Missionsorientierung“ im Bereich der Rüstungs- und Weltraumforschung entfällt weiterhin der größte Teil der staatlichen Forschungsförderungsmittel. Betrachtet man die staatlichen

Forschungsmittel außerhalb der Grundfinanzierung von Hochschulforschung (das heißt der institutionellen Finanzierung von Forschung an Hochschulen), so entfielen im Jahr 2003 in den fünf größten Industrieländern 45 % auf die Rüstungsforschung und 8 % auf die Raumfahrtforschung. Hauptverantwortlich für dieses persistent hohe Gewicht der klassischen Missionsorientierung – die im Übrigen auch auf supranationaler Ebene auch eine große Rolle spielt (EU-Programm Galileo, Programme der European Space Agency) – sind die USA, in denen knapp 60 % der F&E-Ausgaben des Bundes für die Entwicklung von Waffentechnologien und weitere 8 % für Raumfahrttechnologien aufgewendet werden. In Frankreich und Großbritannien machen diese beiden thematischen Bereiche gut 40 %, in Deutschland und Japan immerhin noch knapp 20 % der staatlichen F&E-Ausgaben außerhalb des Hochschulsektors aus.

Die Förderung von zivilen „Schlüsseltechnologien“ unterscheidet sich zwischen den einzelnen Ländern in Hinblick auf die inhaltliche Ausrichtung, die Programmstrukturen und die Abwicklungsformen deutlich. In den USA und Japan wird die Technologieförderung in erster Linie über F&E-Programme von Fachministerien oder für bestimmte thematische Felder zuständige Behörden abgewickelt. In Japan entfällt mit knapp 70 % der weit überwiegende Teil der Forschungsförderung auf thematische Pro-

Tabelle 1: Geschätzte Verteilung der Forschungsförderung in den fünf größten Industrieländern nach Formen der Schwerpunktsetzung im Jahr 2003 (in %)

Land	klassische Missionsorientierung		„Schlüsseltechnologien“	Generische Maßnahmen*
	Rüstung	Raumfahrt		
USA	56	8	31	5
Japan	7	10	69	14
Deutschland	11	8	26	55
Großbritannien	40	2	12	46
Frankreich	30	11	17	42

* inkl. Projektförderung für wissenschaftliche Forschung außerhalb von Technologieprogrammen

Quelle: Rammer et al. (2004, 58ff.) sowie eigene Berechnungen auf Basis von OECD (2005a).

gramme, wobei Energie- und Umwelttechnologien, Lebenswissenschaften, I&K-Technologien sowie Meeres- und Klimaforschung im Mittelpunkt stehen. In den USA machen F&E-Programme in „Schlüsseltechnologiebereichen“ ein knappes Drittel der staatlichen F&E-Förderung aus, wobei aktuell auf die Lebenswissenschaften der Löwenanteil entfällt. In Deutschland, Frankreich und Großbritannien kommen unterschiedliche Formen von Technologieprogrammen zum Einsatz, die zunehmend eine kooperative Ausrichtung aufweisen (Deutschland: Verbundprojekte im Rahmen von Fachprogrammen, Frankreich: Netzwerke für technologische Forschung, Großbritannien: LINK-Programme). Deren Bedeutung an den gesamten staatlichen F&E-Ausgaben außerhalb der institutionellen Förderung von Hochschulen liegt mit einem Achtel bis einem Viertel niedriger als in den USA und Japan. In den drei europäischen Ländern spielen dagegen generische Maßnahmen im weiteren Sinn, zu denen hier auch die Projektförderungen für wissenschaftliche Grundlagenforschung (z.B. Deutsche Forschungsgemeinschaft in Deutschland, Research Councils in Großbritannien) gerechnet werden, eine große Rolle. Daneben wurde in den vergangenen ca. 15 Jahren eine Vielzahl von Programmen mit funktionalen Zielsetzungen (F&E in jungen Unternehmen, Kooperation Wissenschaft-Wirtschaft, Einzelprojektförderung für Unternehmen, regionale Netzwerke) eingeführt bzw. ausgeweitet.

4.2. *Neue Missionsorientierung – ein entstehendes neues Paradigma?*

Nach einer Zeit der Fokussierung neuer forschungs- und technologiepolitischer Maßnahmen auf funktionale Ziele ist in den letzten etwa zehn Jahren wieder eine stärkere Ausrichtung auf thematische Fragen zu beobachten. Im Unterschied zur Technologieförderung der 1960er bis 1990er Jahre erfolgt die inhaltliche Festlegung jedoch nicht mehr nur entlang von Technologiefeldern, sondern wird zunehmend über gesellschaftliche Problemfelder definiert. Die Forschungs- und Technologieförderung soll

dabei zur Bewältigung von wahrgenommenen sozialen und ökonomischen Herausforderungen beitragen. Dementsprechend beziehen sich die Ziele der thematischen Schwerpunktsetzung nicht mehr vorrangig auf die Hervorbringung konkreter neuer Technologien, sondern auf Problemlösungen bzw. die Befriedigung bestimmter (erwarteter) gesellschaftlicher Bedürfnisse. Man kann in diesem Zusammenhang auch von einer „neuen Missionsorientierung“ sprechen. Ein wichtiger Auslöser war die Anfang der 1990er Jahre verstärkt aufgekommene Debatte um die Nachhaltigkeit moderner Industriegesellschaften, die auch von der Forschungs- und Technologiepolitik aufgegriffen wurde. Später kamen weitere „Problemfelder“ wie Mobilität, demographischer Wandel und alternde Gesellschaften, Sicherheit sowie Gesundheit und Wohlbefinden hinzu.

Ob diese „neue“ Missionsorientierung tatsächlich ein neues – dominantes (?) – Paradigma in der Schwerpunktsetzung der Forschungs- und Technologiepolitik wird, kann heute noch nicht gesagt werden. Sie besteht zwar zum Teil als programmatische Idee, ist aber mit massiven Koordinationsproblemen zwischen den einzelnen Politikfeldern behaftet. Festgehalten werden können aber bereits eine Reihe von typischen Merkmalen, die sich deutlich von der klassischen Missionsorientierung und den Technologieprogrammen zur Förderung von „Schlüsseltechnologien“ unterscheiden (vgl. zum Folgenden Soete/Arundel 1993):

- Thematische Bereiche werden in einer Matrixperspektive als Schnittmengen zwischen gesellschaftlichen Zielen und wissenschaftlich-technischen Lösungsbeiträgen identifiziert. Die Notwendigkeit zur Entwicklung neuer Technologien wird stärker aus der Perspektive künftiger Nutzer als aus den wissenschaftlich-technischen Möglichkeiten abgeleitet. Die Förderwürdigkeit von Technologieentwicklungsprojekten ergibt sich aus ihrem Beitrag zu Problemlösungen und nicht aus dem technologischen Risiko.
- Die Auswahl- und Entscheidungsprozesse finden unter Einbeziehung einer Vielzahl von Akteursgruppen statt, die weit über das traditionelle Spektrum von technologie-

politischen ExpertInnen hinausgehen und insbesondere die künftigen Nutzer der Technologie sowie AkteurInnen aus anderen Politikfeldern (Umweltpolitik, Gesundheitspolitik, Sozialpolitik) einschließen.

- Die rasche und breite Diffusion von Ergebnissen bei möglichst großer Kohärenz zu anderen Politikbereichen ist zentrales Ziel, das auch die Technologieentwicklung selbst leiten soll, indem stärker auf die Transferierbarkeit und Anpassungsfähigkeit von Technologien geachtet wird.
- Die Bedeutung von inkrementellen Innovationen – das heißt von kleinen Verbesserungen bei vorhandenen Technologien im Gegensatz zu radikalen Innovationen, die im Zentrum der Entwicklung von Groß- und Schlüsseltechnologien standen – wird ebenso betont wie die Notwendigkeit von systemischen Innovationen, das heißt Neuerungen und Verhaltensänderungen, die simultan von einer größeren Zahl von AkteurInnen vorgenommen werden müssen. Damit ist eine teilweise Abkehr vom alten Modell der „*big science*“ und der Vorstellung einer wissenschaftsgetriebenen Technologieentwicklung verbunden.
- Für die Umsetzung der „neuen Missionsorientierung“ wird ein vielfältiger Instrumentenmix eingesetzt, wobei breit angelegten Kooperationsprojekten oft besonderes Gewicht zukommt. Ein Beispiel hierfür sind die so genannten Leitprojekte des deutschen Bundesforschungsministeriums, in denen Technologieentwickler und Nutzer in Forschungsprojekten zusammenarbeiten, die zuvor über einen breit angelegten Auswahlprozess identifiziert worden waren.

4.3. Prozesse technologiepolitischer Schwerpunktsetzungen: aktuelle Entwicklungen

Die eben beschriebenen Veränderungen in den konzeptionellen Ansätzen der Forschungs- und Technologiepolitik blieben nicht ohne Auswirkungen auf die institutionellen Arrangements dieses Politikfeldes. Diese werden im Folgen-

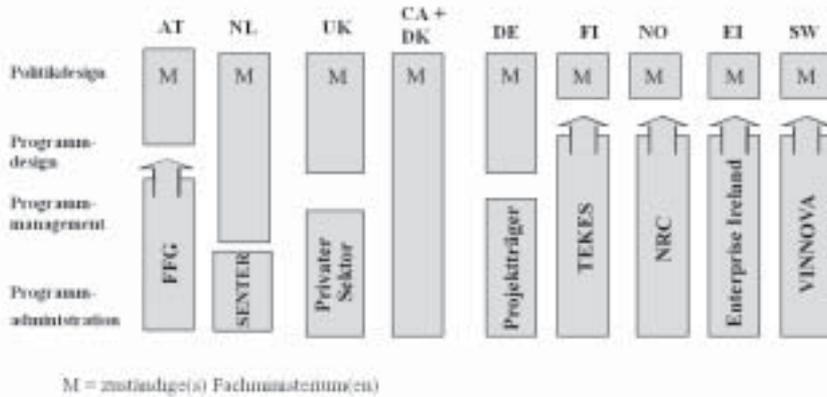
den – was die aktuellsten Entwicklungen angeht – dargestellt.

Für die letzten Jahre lässt sich eine Konvergenz des theoretischen Bezugsrahmens für Technologiepolitik, der übergeordneten Politikziele bis hin zu allgemeinen Schwerpunktsetzungen in den OECD-Ländern beobachten. Die derzeitige Situation hinsichtlich technologiepolitischer Schwerpunktsetzungen ist geprägt durch eine Gleichzeitigkeit der oben angesprochenen Argumentationsmuster („Schalenmodell“).

Fast allen Ländern ist eine systemische Betrachtungsweise mit der zunehmenden Betonung von funktionalen Aspekten und der Komplexität von Innovationsprozessen (im Gegensatz zum klassischen linearen Modell von Innovation) als konzeptioneller Überbau zu Eigen. Dies spiegelt sich auf der operativen Ebene etwa in der Betonung der Verbesserung der Wissenschaft-Wirtschaft-Interaktionen (vgl. Polt et al. 2001) und entsprechender Infrastrukturen (z.B. in Form von zeitlich begrenzten Kompetenzzentren wie in Australien, Schweden oder Österreich), den Ausbau von Intermediären und Transfereinrichtungen, der Förderung von Unternehmensgründungen (und hier wiederum von akademischen *spin-offs*) vor allem im High-Tech-Bereich, der Forcierung der Internationalisierung der wissenschaftlich-technologischen Institutionen etc. wider. Tatsächlich wird der Schwerpunkt begriff heute nicht mehr ausschließlich thematisch verstanden, sondern schließt funktionale Aspekte explizit mit ein: „[...] ‘*the very concept of priorities has become broader*‘ [...] ‘*functional*‘ priorities were added to the, thematic (technology-specific or mission-oriented)‘ priorities“ (OECD 1994, 21).

Elemente der „neuen“ Missionsorientierung finden sich mittlerweile sowohl auf strategischer Ebene der Zielformulierung als auch auf operativer Ebene einschlägiger technologiepolitischer Programme in den meisten Ländern. Auf strategischer Ebene definiert z.B. Neuseeland explizit neben der Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft (ökonomisches Ziel) und des Innovationssystems (Innovations- bzw. Wissensziel) die Bereiche Umwelt und Soziales/Gesellschaft als strategisch gleichwertige

Abbildung 2: Vertikale Struktur der Governance in der Technologiepolitik in ausgewählten Ländern



Quelle: Arnold (2004)

Ziele der Forschungs- und Technologiepolitik, denen dann auch entsprechende Programmlinien und finanzielle Ressourcen zugeordnet sind. In Österreich wird etwa die „neue“ Missionsorientierung durch das Zukunftsfeld „Umwelt/Energie/Nachhaltigkeit“, das vom Rat für Forschung und Technologieentwicklung im Jahr 2003 empfohlen wurde, abgedeckt. Auf operativer Ebene bildet das Impulsprogramm „Nachhaltig Wirtschaften“ mit seinen drei Programmlinien „Haus der Zukunft“, „Fabrik der Zukunft“ und „Energiesysteme der Zukunft“ die Klammer für entsprechende öffentliche Förderungen in diesem Bereich. Thematisch ähnliche Programme finden sich seit etwa dem Jahr 2000 (teilweise auch schon seit Mitte der 1990er Jahren) in anderen europäischen Ländern wie z.B. Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Großbritannien, Irland, den Niederlanden, Schweden oder der Schweiz.

Von hoher Relevanz für die Prozesse der Schwerpunktsetzung ist die in jüngster Zeit zu beobachtende Trennung von strategisch-politischer Ebene (Ministerien) und der operativen Ebene (Instrumenteneinsatz, Förderungsprogramme etc.). Erstere wird zunehmend durch beratende Gremien („Räte“, „Advisory Boards“) unterstützt, die teilweise auch (zumindest *de facto*) Entscheidungsfunktionen übernommen haben. Letztere wurde und wird vermehrt aus den Verwaltungsapparaten (i.e. dem jeweils zuständigen Fachministerium für Wissenschaft/Technologie bzw. in manchen Ländern auch

mehreren einschlägigen Ministerien) ausgelagert und eigenständigen Agenturen übertragen. Wenngleich sich dieser Prozess in den meisten Ländern beobachten lässt, variiert jedoch der Grad der Zentralisierung (bzw. Dezentralisierung) noch immer beträchtlich (vgl. Abbildung 2). Letztlich hat diese Entwicklung auch zu einer zunehmenden Ausdifferenzierung, einer gestiegenen Komplexität und einer wachsenden Vielzahl von Akteursgruppen auf unterschiedlichen Hierarchieebenen bis hin zu einer generellen „Unübersichtlichkeit“ innerhalb der nationalen Politikgestaltungssysteme geführt.

Dieser Trend zu einem polyzentrischen Muster des Technologiepolitiksystems hat weitreichende Auswirkungen auf die konkreten Prozesse technologiepolitischer Schwerpunktsetzungen. Diese werden von einer Vielzahl von Akteursgruppen unterschiedlichster Hierarchieebenen – oft weitgehend unabhängig voneinander – getätigt, wobei die Prozesse zur Identifikation von Themen zwischen den Gegensatzpaaren „top down“ (zentralistische, hierarchische Entscheidung auf politischer Ebene) und „bottom-up“ (Entscheidung unter Einbeziehung der letztlich durchführenden ForschungsakteurInnen selbst) anzusiedeln sind. Als idealtypisches Beispiel eines top-down-orientierten Ansatzes zur technologischen Schwerpunktsetzung kann Südkorea gelten. Hier wurden jüngst etwa auf Basis eines umfangreichen delphi-orientierten Foresight-Prozesses zehn „Wachstumsindustrien“ (z.B. Digitales TV, in-

telligente Roboter, neue Generation von Halbleitern etc.) und dazu 80 korrespondierende Schlüsseltechnologien identifiziert. Diese thematischen Schwerpunkte gelten dann als jene Bereiche, in denen vordringlich F&E-Ressourcen innerhalb des nächsten Jahrzehnts alloziert werden sollen (MOST 2003).

Eine derartige hierarchische und zentralistische Planungsorientierung findet sich in den europäischen Staaten (ganz zu schweigen von den USA) in dieser Form nicht (mehr). Thematische Schwerpunktsetzungen werden hier zum einen auf sehr allgemeiner, strategischer Ebene formuliert (meist von den oben angesprochenen „Räten“ in Form von Empfehlungen unterschiedlicher Verbindlichkeit), die dann auf der hierarchisch tieferen Ebene der oben angesprochenen Agenturen in entsprechende Technologieförderprogramme zunehmend unter Berücksichtigung von *bottom-up*-Prozessen operationalisiert werden. Eine stringente Verknüpfung zwischen den Hierarchieebenen ist dabei jedoch nicht zwangsläufig gegeben. Die früher weit verbreitete Praktik, thematische Schwerpunktsetzungen mit Hilfe der Etablierung speziell fokussierter Institutionen (z.B. in thematisch orientierten Großforschungseinrichtungen) zu unterstützen, hat deutlich an Gewicht verloren. Die großen institutionellen Forschungseinheiten wurden einer „Flexibilisierung“ unterzogen, so dass sie in Form von Dachorganisationen spezifische Technologiefelder in – rasch veränderbaren – Sub-Einheiten konzentrieren können (wie etwa VTT in Finnland, TNO in den Niederlanden und ARCS und Joanneum Research in Österreich).

Ein jeglicher Schwerpunktsetzung inhärentes Problem ist das Finden der geeigneten Methodik zur Auswahl thematischer Materien. Noch in den 1980er und 1990er Jahren wurden an sozialwissenschaftliche Techniken der „*Technology Assessment*“ sowie des „*Technology Foresight*“ große Hoffnungen geknüpft, wobei die Niederlande als Idealbeispiel für den Versuch einer rationalen Ableitung von thematischen Schwerpunkten gelten können. Hier wurden in den 1990er Jahren umfangreiche Foresightprozesse von einem eigens eingerichteten Komitee (*Consultive Committee on Fore-*

sight, kurz OCV) koordiniert (Hackmann 2003). Dabei wurden – neben funktionalen Prioritäten – zehn breite thematische Schwerpunkte (z.B. *electronic highways, ecological modernisation, integral utilisation of space, health research* etc.) identifiziert, welche die nationalen Forschungsanstrengungen für die nächsten zehn bis fünfzehn Jahre leiten sollten. Mittlerweile wurde von diesem Versuch einer hierarchischen Prioritätensetzung wieder abgegangen und das Prinzip der Eigenverantwortung (*eigen verantwoordelijkheid*) des Wissenschafts- und Innovationssystem in den Mittelpunkt gerückt (vgl. Hackmann 2003). Letztlich lässt sich heute tendenziell eine Skepsis (zumindest in den angelsächsischen und westeuropäischen Ländern) gegenüber einer von der Politik explizit gesetzten thematischen Ausrichtung auf allzu feiner Aggregationsebene feststellen. In den meisten Ländern wird heute dem Markt bzw. den Entscheidungen der Marktteilnehmer größeres Vertrauen geschenkt, und sie werden technokratischen Planungsprozessen zur Auswahl von Technologiethemen vorgezogen. Die strategischen Schwerpunktsetzungen haben heute weitgehend Signalcharakter auf einer allgemeinen Ebene und sollen zusätzlich Anreize für F&E-Investitionen setzen, aber keineswegs die Investitionspläne der MarktakteurInnen überlagern bzw. steuern. Anzumerken ist weiters, dass viele thematische Schwerpunktprogramme zusätzlich auf einer breiten und quantitativ bedeutsamen undifferenzierten Technologieförderung aufsetzen, das heißt die thematisch zugeordneten Förderungsmittel sind häufig vom Volumen her deutlich geringer als die nicht thematisch spezifizierten Förderungsmittel. Zudem ist sich die öffentliche Hand in vielen Ländern ihrer begrenzten Einflussnahmemöglichkeit bewusst geworden und hat als strategisches Ziel tendenziell eine Erhöhung des privaten Anteils an den gesamten Forschungsanstrengungen definiert.

Auf einer sehr allgemeinen Ebene, das heißt auf der Ebene schlagwortartiger Identifikation von angeblichen Zukunfts- bzw. Schlüsseltechnologien, sind die Schwerpunktsetzungen der meisten Länder sehr ähnlich. Technologien wie I&K, Biotechnologie, Medi-

zintechnik bzw. „*life sciences*“ generell, neue Materialien und Werkstoffe und in jüngster Zeit vor allem Nanotechnologie finden sich in de facto allen einschlägigen Strategiedokumenten der OECD-Staaten als zu forcierende Schwerpunktthemen (Branscomb 1994). Letztlich führten diese Bestrebungen der einzelnen Staaten in Richtung einer Prioritätensetzung auf bestimmte Technologiethemen also zu jeweils ähnlichen Schwerpunktkatalogen und gerade *nicht* zu voneinander distinkten spezifischen technologischen Spezialisierungen in den jeweiligen Zielsetzungen.

5. Schlussfolgerungen

In den vorangegangenen Kapiteln haben wir versucht, die großen Trends in der Forschungs- und Technologiepolitik nachzuzeichnen, was ihre Schwerpunktsetzungen betrifft. In Tabelle 2 sind die wichtigsten Charakteristika der verschiedenen Paradigmen nach den inhaltlichen, legitimatorischen und institutionellen Dimensionen nochmals zusammengefasst.

Wie schon erwähnt, sollte man sich vor zu einfachen Schematisierungen der historischen Phasen hüten. Sowohl die Zugänge als auch die

Tabelle 2: Charakteristika verschiedener Forschungs- und Technologiepolitischer Paradigmen

Ansatz zur Schwerpunkt-bildung	Inhaltliche Dimension	Legitimatorische Dimension	Institutionelle Dimension
„Klassische“ Missionsorientierung	„Großtechnologien“: Rüstung, Luft- und Raumfahrt, (Atom)Energie, Verkehrsinfrastrukturen, Gesundheitstechnologien, u.a.	Produktion von „öffentlichen“ und „meritorischen“ Gütern.	Zentrale Definition von Schwerpunkten, Schaffung von thematisch spezialisierten öffentlichen Großforschungseinrichtungen.
Industriepolitische Förderung von Schlüsseltechnologien	Informations- und Kommunikationstechnologien, Biotechnologie, Materialtechnologien, Umwelttechnologien, Nanotechnologien, etc.	Unterstützung der industriellen Wettbewerbsfähigkeit, behauptetes Marktversagen auf Grund von dynamischen und statischen Skaleneffekten (Größenvorteilen), große Spill-overs insbesondere von „generischen“ Technologien.	Versuch der besseren Planung, Technologievorschau, Technologiebewertung. Zunehmende Festschreibung von Schwerpunkten in „Nationalen Technologie-schwerpunktprogrammen“.
Systemische Ansätze	Starke Betonung von funktionalen Schwerpunkten (Gründungsförderung, Wissenschafts-Wirtschaftskooperationen, Regulierung etc.), Transformation von thematischen Schwerpunkten in systemischen Kontext (z.B. Cluster-Politik).	„Systemversagen“ in Interaktion unterschiedlicher Akteure und gesellschaftlicher Subsysteme.	Ausweitung der Zahl der Akteure (Finanzmarkt-Akteure, Normungs- und Regulierungsinstitutionen, Ausbildungseinrichtungen, etc.), zunehmende Ausdifferenzierung zwischen forschungs- und technologiepolitischen und fördernden/abwickelnden Institutionen.
„Neue“ Missionsorientierung	Nachhaltige Entwicklung, Informationsgesellschaft, Sicherheit, demographischer Wandel und alternde Gesellschaft, Mobilität.	Orientierung an gesellschaftlichen Problemlagen, versuchte Verbindung von systemischen Ansätzen auf die Produktion.	Zunehmende Einbeziehung von gesellschaftlichen Gruppen, zunehmende Notwendigkeit zur horizontalen Koordination von Politikfeldern, weitere Erhöhung der Zahl der Akteure.

Quelle: eigener Entwurf

jeweiligen Begründungszusammenhänge existieren nebeneinander, bzw. manchmal sogar übergreifend: Forschungs- und technologiepolitische Maßnahmen können und werden häufig mit Argumenten aus den unterschiedlichsten Paradigmen begründet. Gleichwohl glauben wir, dass diese vereinfachte Darstellung nützlich ist insofern sie die Aufmerksamkeit auf historische Entwicklungslinien richtet.

Ebenso wie bei der Darstellung der verschiedenen Phasen ist es auch nicht immer möglich, die Gründe für ihre Abfolge bzw. das Auftauchen eines neuen Paradigmas in einen einfachen Interpretationsrahmen zu bringen. Wir glauben jedoch, dass die Beobachtung zunehmend ausdifferenzierter Innovationssysteme und zunehmend systemischer (im Sinne von: eine wachsende Zahl von AkteurInnen und einbeziehenden Politikfeldern) werdender Innovationsprozesse den Schluss nahe legt, dass die jeweiligen Entwicklungen der Forschungs- und Technologiepolitik Reaktionen auf diese zunehmende Komplexität sind – und wie wir in der kurzen Darstellung des aktuellen Entwicklungsstandes der institutionellen Dimension beschrieben haben zunehmend selbst komplex werden muss, um auf die Anforderungen des Innovationssystems effektiv reagieren zu können.

Wir glauben weiters, dass deshalb die Ansätze, die die systemischen Charakteristika besser „einfangen“, auch wirksamer sind – jedenfalls für eine Vielzahl von Herausforderungen, denen sich eine moderne Forschungs- und Technologiepolitik gegenüber sieht.

Welche institutionellen Formen der „Governance“ am besten geeignet sind, diesen Komplexitätsanforderungen Genüge zu tun, ist im Moment eines der Hauptthemen der forschungs- und technologiepolitischen Theorie- und praxisorientierten Diskussion wie auch praktischer Auseinandersetzungen. Dies sind einige der spannendsten Forschungsfragen für die nächsten Jahre.

ANMERKUNGEN

1 Wir danken David Campbell, Marcel Fink und dem/der anonymen GutachterIn für Kommentare sowie dem ÖZP-Hefredakteur für seine Geduld.

- 2 Diese Art von Schwerpunktsetzung bezeichnen wir im Folgenden als „thematische Schwerpunktsetzung“.
- 3 Small Business Innovation Research Programme: US-Bundesbehörden, deren Budget für FuE-Aufträge und -Projekte an Dritte 100 Mio. US \$ pro Jahr übersteigt, müssen 2,5 % dieses Budgets für KMU reservieren. Diese Mittel stehen für eine dreiphasige F&E-Förderung zur Verfügung: theoretische und experimentelle F&E, Evaluierung des kommerziellen Potenzials, Markteinführung in Kooperation mit externen Kapitalgebern. Im Jahr 2001 wurden knapp 1,3 Mrd. US \$ im SBIR-Programm vergeben.

LITERATURVERZEICHNIS

- Arnold, Eric* (2004). Structure and Governance. Lessons from Abroad. FFF & FWF Evaluation Workshop, Wien.
- Bozeman, Barry/James S. Dietz* (2001). Research Policies Trends in the United States: Civilian Technology Programs, Defense Technology and the Deployment of the National Laboratories, in: Philippe Larédo/Philippe Mustar (Hg.): Research and Innovation Policies in the New Global Economy. An International Comparative Analysis, Cheltenham, 47–78.
- Branscomb, Lewis M.* (1994). Targeting Critical Technologies, in: OECD STI Review, No. 14, 34–57.
- Bruder, Wolfgang* (Hg.) (1986). Forschungs- und Technologiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland. Beiträge zur sozialwissenschaftlichen Forschung, Band 94, Opladen.
- Fagerberg, Jan* (1995). User-Producer Interaction, Learning and Comparative Advantage, Cambridge Journal of Economics, 19 (1), 243–256.
- Fier, Andreas* (2002). Staatliche Förderung industrieller Forschung in Deutschland. Eine empirische Wirkungsanalyse der direkten Programmförderung des Bundes. ZEW Wirtschaftsanalysen, Band 62, Baden-Baden.
- Freeman, Christopher* (1987). Technology Policy and Economic Performance. Lessons from Japan, London.
- Gassler, Helmut/Wolfgang Polt/Julia Schindler/Matthias Weber/Sami Mahroum/Klaus Kubezko/Michael Keenan* (2004). Priorities in Science and Technology Policy – An International Comparison, InTeReg Research Report No. 39–2004, Wien/Graz.
- Giersch, Herbert* (Hg.) (1987). Wettlauf um die Zukunft. Technologiepolitik im internationalen Vergleich. Kieler Studien Nr. 206, Tübingen.
- Grupp, Hariolf/Icíar Domínguez-Lacasa/Monika Friedrich-Nishio* (2002). Das deutsche Innovationssystem seit der Reichsgründung. Indikatoren einer nationalen Wissenschafts- und Technikgeschichte in unterschiedlichen Regierungs- und Gebietsstrukturen. Schriftenreihe des Fraunhofer-Instituts

- für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe.
- Hackmann, Heide* (2003). National Priority-Setting and Governance of Science, Ms., University of Twente, Twente.
- Klodt, Henning* (1987). Wettlauf um die Zukunft. Technologiepolitik im internationalen Vergleich. Kieler Studien, Band 206, Tübingen.
- Kitschelt, Herbert* (1996). Technologiepolitik als Lernprozess, in: Dieter *Grimm* (Hg.): Staatsaufgaben, Frankfurt/Main, 391–427.
- Kuhn, Thomas S.* (1962). The Structure of Scientific Revolutions, Chicago.
- Larédo, Philippe/Philippe Mustar* (2001). General Introduction: A Focus on Research and Innovation Policies, in: Philippe *Larédo/Philippe Mustar* (Hg.): Research and Innovation Policies in the New Global Economy. An International Comparative Analysis, Cheltenham, 1–14.
- Lundvall, Bengt-Åke* (Hg.) (1992). National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, London.
- MOST* (2003). Science and Technology in Korea, Seoul.
- Mowery, David C.* (1994). Science and Technology Policy in Interdependent Economies, Norwell.
- Mowery, David C./Nathan Rosenberg* (1989). Technology and the Pursuit of Economic Growth, Cambridge et al.
- Mowery, David C./Nathan Rosenberg* (1998). Paths of Innovation. Technological Change in 20th-Century America, Cambridge et al.
- OECD* (1991). Choosing Priorities in Science and Technology, Paris.
- OECD* (1994). Science and Technology Policy Outlook, Paris.
- OECD* (2001). Innovative Clusters. Drivers of National Innovation Systems, Paris.
- OECD* (2005a). Main Science and Technology Indicators, Paris.
- OECD* (2005b). Governance of Innovation Systems: Vol. 1, Synthesis Report, Paris.
- Polt, Wolfgang/Christian Rammer/Helmut Gassler/Andreas Schibany/Doris Schartinger* (2001). Benchmarking Industry-Science Relations – the Role of Framework Conditions, in: Science and Public Policy, 28(4), 247–258.
- Porter, Michael* (1990). The Competitive Advantage of Nations, New York.
- Rammer, Christian/Wolfgang Polt/Jürgen Egelin/Georg Licht/Andreas Schibany* (2004). Internationale Trends der Forschungs- und Innovationspolitik, ZEW-Wirtschaftsanalysen Bd. 73, Baden-Baden.
- Richter, Steffen* (1979). Wirtschaft und Forschung. Ein historischer Überblick über die Förderung durch die Wirtschaft in Deutschland, in: Technikgeschichte, 46(1), 20–44.
- Sobel, Dave* (2002). Longitude. The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time, New York.
- Soete, Luc* (1991). National Support Policies for Strategic Industries: The International Implications, in: OECD: Strategic Industries in a Global Economy: Policy Issues for the 1990s, Paris, 51–80.
- Soete, Luc/Anthony Arundel* (Hg.) (1993). An Integrated Approach to European Innovation and Technology Diffusion Policy. A Maastrich Memorandum, Brussels/Luxembourg.
- Stonemann, Paul* (1987). The Economic Analysis of Technology Policy, Oxford.
- Weber, Matthias/Helmut Gassler/Wolfgang Polt/Bernhard Dachs/Gerhard Streicher* (2004). Ansätze und Befunde zur Schwerpunktsetzung in der österreichischen Forschungs- und Technologiepolitik, in: Wirtschaftspolitische Blätter, 3, 405–418.

AUTOREN

Helmut GASSLER beschäftigt sich am Institut für Technologie- und Regionalpolitik der Joanneum Research Forschungsgesellschaft hauptsächlich mit Analysen des technologischen Wandels und dessen Einfluss auf die regionale und nationale Wirtschaftsdynamik, mit Fragen zu Unternehmensgründungen sowie mit internationalen Vergleichen von Technologiepolitiksystemen.

Kontakt: Institut für Technologie- und Regionalpolitik, Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Wiedner Hauptstrasse 76, A-1040 Wien.

E-mail: helmut.gassler@joanneum.at

Wolfgang POLT, Volkwirt; Leiter des Wiener Büros des Instituts für Technologie- und Regionalpolitik (INTEREG) und der Wiener Außenstelle der Joanneum Research und Lektor für Industrie- und Technologiepolitik an der Wirtschaftsuniversität Wien. Arbeit an Studien zu den Themen Innovationsforschung und Evaluierung auf nationaler und internationaler Ebene.

Kontakt: Institut für Technologie- und Regionalpolitik, Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Wiedner Hauptstraße 76, A-1040 Wien.

E-mail: wolfgang.polt@joanneum.at

Christian RAMMER ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsbereich Industrieökonomik und Internationale Unternehmensführung des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) in Mannheim, Deutschland. Zu seinen Forschungsschwerpunkten zählen die empirische Innovationsforschung und die Technologiepolitik.

Kontakt: ZEW, L 7, 1, D-68161 Mannheim

E-mail: rammer@zew.de