

1. Forschungs- und Technologiepolitik in multizentrischen Gesellschaften

1.1 Die Irrationalität von Großtechnikprogrammen

Es gibt in neuerer Zeit kaum ein Technikprogramm, das nicht massiver Kritik unterzogen worden ist. Selbst wenn man die intensive wissenschaftliche und publizistische Befassung mit nahezu jeder neuen Technik als ein Phänomen des generalisierten Mißtrauens in den technischen Fortschritt begreift, das in der Kernenergie-Kontroverse seinen Ursprung hat (Häfele 1975; Radkau 1988), bleibt unbestreitbar, daß viele Projekte sich als Mißerfolge erweisen, wenn man sie mit den Versprechungen und Erwartungen konfrontiert, die ihre Betreiber in den Diskussionen um die Inangasetzung der Programme vorgebracht hatten (Krieger 1987). Ein Beispiel aus jüngster Zeit ist das Hubble-Teleskop, ein hochleistungsfähiges, auf einem Satelliten in niedriger Umlaufbahn stationiertes astronomisches Instrument, das seit den 20er Jahren die Phantasien der Weltraumforscher bewegt und im Jahre 1990 nach etlichen Terminverschiebungen von der NASA gestartet wurde. Während der Laufzeit des Projekts waren die Kosten enorm gestiegen; zugleich kamen immer stärkere Zweifel am Sinn dieses teuren Geräts, das, bedingt durch die einseitige Bindung des NASA-Programms an den Shuttle-Raumgleiter, nur in einer niedrigen Umlaufbahn um die Erde fliegen und somit einen Teil der angestrebten Aufgaben nicht erfüllen kann. Zudem kann, wie jüngst bekannt wurde, ein auf der Erde stationiertes Observatorium, das mit modernster Technik ausgestattet ist, vergleichbare Ergebnisse zu einem Bruchteil der Kosten erzielen, während zugleich die raumfahrtspezifischen Risiken (Startrisiko, Nicht-Reparierbarkeit etc.) entfallen.¹

Strukturell ähnlich gelagert ist der Fall des amerikanischen Space Shuttle, das zu Beginn der 70er Jahre als preiswerte Alternative zu den sog. 'Wegwerfraketen' angepriesen wurde, ursprünglich etwa fünfzigmal pro Jahr starten und die Transportkosten auf 200 Dollar pro Kilogramm Nutzlast senken sollte. Im Jahr 1985, also ein Jahr vor der Challenger-Katastrophe, "sah die Bilanz anders aus: 10 Flüge/Jahr, 11.000 US-Dollar/kg (auf Preisbasis 1971 gerechnet: 4400 US-Dollar/kg, also 22mal mehr als geplant!)" (Keppler 1988: 58). Statt die Kosten zu senken, führte der Einsatz des Shuttle zu einer drastischen Verteuerung der Raumfahrt, was vor allem auf die erheblichen Mehrkosten bemannter Systeme zurückzuführen ist²; auch die gegenwärtige Führungsrolle der europäischen Raumfahrt im Bereich

1 vgl. FAZ 7.6.1989, 21.2.1990, 7.6.1990, 29.6.1990, 11.7.1990

2 vgl. Keppler 1988: 53. Bemannte Raumfahrzeuge haben, verglichen mit unbemannten, ein ungünstigeres Verhältnis von Nutzlast und Gesamtlast, weil für die Mitnahme der Astronauten, der Lebenserhaltungssysteme, der Sicherheitsvorrichtungen etc. ein erheblicher Aufwand erforderlich ist, der für weitere Nutzlasten zur Verfügung stünde, wenn auf die Bemannung verzichtet würde. Erhöhte Kosten bemannter Missionen ergeben sich auch dadurch, daß höhere Sicherheitsstandards angelegt und Zuverlässigkeiten von mindestens 98 Prozent gefordert werden; vgl. DFVLR 1984: 73f.; FAZ 6.1.1989; 19.5.1989; 24.2.1990; AWST 15.8.1988: 87-89.

der kommerziellen Satellitenstarts ist auf die unverhoffte Chance zurückzuführen, die die europäische Ariane-Rakete durch den freiwilligen Verzicht der USA auf 'Wegwerfraketen' erhielt.

Ähnlich wie in den Mitte der 80er Jahre geführten Diskussionen um den europäischen Einstieg in die bemannte Raumfahrt hatten sich Ende der 60er/Anfang der 70er Jahre auch die amerikanischen Wissenschaftler mit allen Mitteln gegen die Priorisierung der bemannten Raumfahrt gestäubt, da die enormen Kosten in keinem Verhältnis zum erwartbaren Nutzen standen (Keckler 1988: 45; Fries 1988: 578). Entscheidungen für Großtechnik-Projekte werden jedoch in der Regel nicht aufgrund unabhängiger Kosten-Nutzen-Analysen getroffen, sondern basieren auf Informationen, die von den Betreibern zur Verfügung gestellt werden. Die Gefahr manipulativer Preisgestaltung ist somit unausweichlich: Es ist politisch eher möglich, über-optimistische Zahlenangaben schrittweise zu korrigieren, nachdem sie ihre Funktion der Ingangsetzung des Programms und der Schaffung vollendeter Fakten erfüllt haben, als der Regierung und dem Parlament die Zustimmung zu einem Projekt abzurufen, das einen ungewissen Wert besitzt und dennoch einen finanziellen Kraftakt bedeutet.³ Nach einer 1965 vorgelegten Kostenschätzung des Karlsruher Kernforschungszentrums sollte der dort entwickelte Schnelle Brüter 300 Mio. DM kosten - eine Summe, die weit unterhalb des von den Karlsruher Forschern projizierten Nutzens lag und daher eine lohnenswerte Investition zu sein schien. Bei Unterzeichnung des Liefervertrags im Jahre 1972 lagen die Kosten bereits bei 1,3 Mrd. DM, 1982 dann bei 6,0 Mrd. und 1983 schließlich bei 9,4 Mrd. DM (mit weiter steigender Tendenz).⁴ Als die Entscheidung zum Einstieg in die Brütertechnik fiel, waren die Bedarfsprognosen so weit überholt, daß das Projekt nach den Regeln wirtschaftlicher Vernunft nicht hätte begonnen werden dürfen; eine erneute Überprüfung der wirtschaftlichen Analysen fand jedoch, wie Keck bei seinen Nachforschungen herausfand, nicht statt (vgl. Keck 1984: 302f.). Das Projekt wurde gestartet und mehr als zwanzig Jahre weitergeführt, obwohl immer deutlicher wurde, daß es auf absehbare Zeit keinen Bedarf für diese Technik gibt. Die Umetikettierung des Brüters als "Testreaktor" (FAZ 17.2.1989) läßt sich als spätes Eingeständnis dieser Tatsache werten.

Eine unabhängige Kosten-Nutzen-Analyse in Form einer vergleichenden Bewertung alternativer Technologieszenarien hat weder beim Brüter noch bei den jüngsten Raumfahrtprojekten stattgefunden. Die Entscheidungsprozeduren in der F&T-Politik sind auf diskursive Verfahren nicht eingestellt; auch gibt es keine institutionalisierten Mechanismen zur Verhinderung ineffizienter Projekte (Krupp 1987). Selbst wenn eine Konfrontation kontroverser Positionen stattfindet, wie etwa 1985 bei der Raumfahrt-Anhörung des Bundestages geschehen (vgl. Anhörung 1985), bleiben Kritik und Widerspruch folgenlos für die zu fallenden Entscheidungen. Die Entscheidung des Bundeskabinetts, sich am Großprogramm der

3 So sprach 1981 der damalige Bundesforschungsminister von Bülow angesichts der ihm vorgelegten Kostenangaben für ein Fusionsforschungsprojekt öffentlich von einem politischen "Überredungspreis" (Bild der Wissenschaft 6/1981: 53); vgl. Klodt 1987a: 82 und Klodt 1987c: VI.

4 Keck 1984: 137f., 202-208, 316. 1989 wurden die Gesamtkosten mit 10 Mrd. DM angegeben; vgl. FAZ 29.4.1989.

europäischen bemannten Raumfahrt mit Milliardenbeträgen zu beteiligen, erfolgte am 6. November 1987 in aller Eile und praktisch in letzter Minute vor dem Beginn der Ratssitzung der European Space Agency (ESA) am 9. November, ohne daß das Parlament oder eine Einrichtung für Technikfolgenabschätzung eingeschaltet worden wäre. Die Steuerreform und die Barschel-Affäre hatten keine Zeit für eine intensivere Befassung mit der Beschlußvorlage gelassen, deren Behandlung im Parlament mehrfach verschoben worden war (vgl. FAZ 3.-7.11.1987).

Großtechnikprojekten wie der Kernkraft oder der Raumfahrt haftet also etwas Irrationales an: Mit fragwürdigen Entscheidungsverfahren und zu immensen Kosten werden Technologien entwickelt, für die kein Bedarf existiert und deren Nutzen minimal ist, die aber zugleich neuartige Risiken produzieren. Im günstigsten Fall handelt es sich um eine reine Verschwendung von finanziellen, ökologischen, volkswirtschaftlichen und intellektuellen Ressourcen; schwerer wiegen bereits die ökonomischen kontraproduktiven Effekte, die fast allen Großprojekten anhaften und den sie umgebenden Pioniertechnik-Mythos zweifelhaft erscheinen lassen (vgl. Kap. 1.3). Problematisch sind allerdings die neuartigen Sicherheitsprobleme, die mit Großtechniken häufig einhergehen und die es rechtfertigen, sowohl die Kernkraft als auch die Raumfahrt als *Hochrisikosysteme* im Perrowschen Sinne zu bezeichnen. Perrow hatte in seiner vor dem Challenger-Unglück verfaßten Schrift (1988; engl. Erstausgabe 1984) die Raumfahrt wegen ihres geringen Katastrophenpotentials nicht zu den Hochrisikosystemen gerechnet (S. 408), obwohl sie aufgrund der engen Kopplungen und der komplexen Interaktionen zu den besonders unfallträchtigen Techniken gehört (S. 138). Das 1987 geschriebene Vorwort zur deutschen Ausgabe deutet jedoch eine Revision dieser Position an, die sich vor allem auf die Risiken des Plutoniumtransports bei Raumflügen bezieht (S. 5). So führte die 1989 gestartete Jupitersonde Galileo, die ursprünglich Anfang 1986 mit dem Shuttle ins Weltall befördert werden sollte, zwar "nur" 21 kg Plutonium mit sich; da dieser Stoff jedoch bereits im ppm-Bereich tödliche Folgen hat, hätte - laut Perrow - eine nochmalige Explosion des Shuttle zum schwersten Atomunglück der Menschheitsgeschichte geführt.⁵ Im Falle einer Realisierung des ursprünglich geplanten umfassenden SDI-Systems hätten sogar hunderte von Plutonium-Kraftwerken im Weltall stationiert werden müssen. Pannen und Fehlschläge, die eine unvermeidbare Begleiterscheinung jeder Form von Technikanwendung sind, können bei Hochrisikotechnologien zu katastrophalen Folgen führen. Daß jedoch selbst ein Raketenstart mit konventioneller Technik nicht ungefährlich ist, beweist der Fehlstart der Ariane-Rakete am 22. Februar 1990, bei dem eine Wolke giftiger Gase entstand (FAZ 24.2.1990). Auch der Brand in einer amerikanischen Fabrik zur Herstellung des in Feststoffraketen

5 vgl. Mensch + Umwelt (Magazin der GSF), September 1989, v.a. S. 40; AWST 6.6.1989: 48; FAZ 10.5.1989; 5.7.1989; 10.10.1989; 10.2.1990; Reichert 1989 sowie die vom Arbeitskreis 'Umwelt' der Bundestagsfraktion der Grünen herausgegebene Materialsammlung "Keine Verbringung von nuklearem Material in den Weltraum" (Jan. 1990), in der die Kontroverse zwischen der NASA und amerikanischen Umweltgruppen um Galileo dokumentiert ist. Eine Studie des Office of Technology Assessment (OTA) geht davon aus, daß die statistische Wahrscheinlichkeit eines Shuttle-Absturzes während der nächsten 34 Flüge bei 50 Prozent liegt; vgl. AWST 7.8.1989: 16.

verwendeten Oxidators Ammonium-Perchlorat Anfang Mai 1988 belegt, mit welchen ökologischen Problemen die Raumfahrt behaftet ist: Bei dem Unglück wurde eine große Giftgaswolke freigesetzt; ein Toter und 200 Verletzte waren zu beklagen (AWST 9.5.1988: 17). Die weltweit geplante Ausweitung der Raumfahrtaktivitäten wird diese Risikopotentiale alleine in der quantitativen Dimension erheblich vergrößern (vgl. Weyer 1992b).

Angesichts dieser Diagnose stellt sich die Frage, warum die Regierungen der führenden Industrieländer (in internationaler Uniformität) ausgerechnet die Entwicklung solcher Projekte forcieren, "die keinen den Kosten entsprechenden praktischen Wert besitzen" und von Keck mit der Bezeichnung "weiße Elefanten" (1988: 187) belegt werden. Kritische Mahnungen, die staatliche F&T-Politik am 'gesellschaftlichen Bedarf' zu orientieren und als (kollektiv-)rationalen Entscheidungsprozeß zu organisieren, wie sie in wissenschaftlichen Analysen zur F&T-Politik verbreitet sind, finden offenbar wenig Widerhall. Die in solchen Studien enthaltene Forderung nach einer Vermeidung irrationaler Entscheidungen läßt sich allerdings nur adäquat diskutieren, wenn man die ihr zugrundeliegenden Konzeptionen von Technikentwicklung und F&T-Politik untersucht. In den folgenden Abschnitten soll daher geprüft werden, wie in aktuellen techniksoziologischen und politikwissenschaftlichen Studien die Rolle des Staates in der Technikentwicklung bestimmt und mit welchen Argumenten die Notwendigkeit staatlicher Eingriffe in Forschung und Technik begründet wird. Dabei soll gezeigt werden, daß in den zur Verfügung stehenden Angeboten zwar jeweils wichtige Teilaspekte enthalten sind, daß deren Verabsolutierung jedoch zu Ergebnissen führt, die für sich genommen zweifelhaft sind.

1.2 Technische Sachzwänge und das Versagen von Markt und Staat

Ein häufig gewählter Ansatzpunkt zur Begründung der Notwendigkeit staatlicher Eingriffe in den Prozeß der Erzeugung technischer Innovationen ist das Theorem des *Marktversagens*; dieses Theorem unterstellt, daß das Verhalten der beiden Technikproduzenten Wissenschaft und Wirtschaft unter marktförmigen Bedingungen zwangsläufig Defizite erzeugt (vgl. Klodt 1987a, Bruder/Dose 1986). Wie schon in der Kernkraftdiskussion wird auch in der gegenwärtigen Umweltdebatte das Argument häufig herangezogen, daß der Markt bei der Bereitstellung der Techniken versagt, die für das zukünftige Überleben der Menschheit unabdingbar sind, da es einerseits für einzelne Unternehmen keine Anreize gibt, sich um langfristige Menschheitsprobleme zu kümmern, und andererseits wissenschaftliche Forschungsfronten nicht unbedingt mit gesellschaftlichen Problemlagen konform gehen müssen. Eine mögliche Schlußfolgerung aus dieser Analyse, die etwa von Hilpert gezogen wird, besteht darin, dem Staat angesichts dieser Defizite eine neue, aktive, führende Rolle zuzuschreiben bzw. zuzutrauen; Hilpert behauptet etwa, daß die "Bedeutung staatlich induzierten technisch-wissenschaftlichen Fortschritts für die Realisierung technisch-industrieller Innovation" (1989b: 27) insbesondere dadurch steigt, daß die fundamentalen Entscheidungen über Zukunftstechniken auf der Ebene der akademischen Grundlagenforschung fallen, die nicht im Blickfeld bzw. im Zeithorizont anderer Technikerzeuger liegt. Den staatlichen Entscheidungen über Prioritäten in der Grundlagenforschung komme demnach eine Schlüsselrolle zu, die die nachgelagerten Unternehmensstrategien entscheidend präformiert und den Einfluß der traditionellen Interessengruppen auf die Technikentwicklung minimiert (S. 22f., 28).

Selbst wenn man die in diesem Modell implizit enthaltene (fragwürdige) Prämisse akzeptiert, daß wissenschaftliche Forschung in einem linear-sequentuellen Prozeß zu ökonomisch verwertbaren Produkten führt, bleibt unklar, wie die staatlichen Akzentsetzungen in der Förderung der Grundlagenforschung die Selektivität entfalten können, die zur Auslese der innovativen Techniken kommender Jahrzehnte erforderlich ist.¹ Hilpert löst das *Problem der Prognose und der Erfolgskontrolle* dadurch, daß er als zusätzliche Prämisse eine mit "intrinsischer Logik" (S. 24) wirkende technische Eigendynamik unterstellt. Die internationale Konvergenz der F&T-Politik in den entwickelten Industrieländern (wie auch die aus diesem Gleichlauf deduzierbaren 'technologischen Lücken') plausibilisiert diese Annahme zwar, stellt jedoch zugleich die dominante Rolle des Staates als Initialakteur in Frage, der nur noch vollziehen würde, was durch die Eigengesetzlichkeit des technischen Fortschritts ohnehin vorgegeben wäre. Zudem sind Zweifel angebracht, ob die Konformität der nationalen F&T-Politiken auf einen Techno-Determinismus zurückgeführt werden kann. Die Analysen von Klodt verweisen

1 Patel/Pavitt (1987) belegen, daß das traditionelle Sequenzschema übersieht, in welchem Maße Innovation auf allen Stufen dieses Prozesses stattfindet. Radkau (1989a) verdeutlicht ferner an verschiedenen Fallbeispielen, die er in international vergleichender Perspektive untersucht, daß zwischen Invention und Innovation kein systematischer, verallgemeinerungsfähiger Zusammenhang besteht. Ob der spätere technische Erfolg Resultat der 30 Jahre zuvor gefällten Prioritätensetzung ist, wird kaum methodisch gesichert nachzuweisen sein.

eher darauf, daß die Fixierung auf wenige Bereiche (Kernenergie, Raumfahrt, Rüstung) Resultat einer sich *wechselseitig verstärkenden Orientierungslosigkeit* der beteiligten Akteure ist (vgl. Klodt 1987a, b, c). Und die Studien von Radkau und Keck belegen eindrücklich, daß ein Sachzwang zur Anpassung an den internationalen Trend zumindest in der Geschichte der Kerntechnik nie existierte, das internationale Technik-Wettrüsten von den Protagonisten vielmehr instrumentell (und mit situativ wechselnden Argumenten) als Strategie zur Durchsetzung ihrer Forderungen inszeniert und genutzt wurde, wobei es meist als Substitut für fehlende Wirtschaftlichkeitsanalysen fungierte (vgl. Radkau 1983: 164; Keck 1984: 304). Auch Beispiele aus der Raumfahrt belegen die Vermutung, daß der *Innovationsmythos* in erster Linie ein Instrument für technologiapolitische Diskurse ist; alleine die Tatsache, daß mit dem Euro-Raumgleiter Hermes gegenwärtig eine zwanzig Jahre alte Technik wiedererfunden wird, läßt Zweifel am Diktat der Sachzwänge aufkommen (vgl. Keppler 1987).

Dennoch läßt sich das Argument des Marktversagens 'retten', allerdings in einer Weise, die nicht zur Rechtfertigung der staatlichen Förderung (marktferner) Großtechnikprojekte geeignet ist: Wenn politisch erwünschte innovative Techniken (z.B. Katalysatoren für PKWs) sich in einer von Marktmechanismen geprägten Ökonomie nicht etablieren können, weil es für Produzenten wie Konsumenten attraktiver ist, traditionelle Techniken zu bevorzugen, kann der Staat durch eine gezielte Anreizpolitik Randbedingungen schaffen, die die Durchsetzbarkeit neuer Technologien erleichtern. Die dem Staat zur Verfügung stehenden klassischen Instrumentarien sind Steuern, Abgaben, Verbote oder Normen, also allesamt keine genuinen Instrumente aktivistischer F&T-Politik. Dieser verbliebe nur die Residualfunktion, durch eine breit gestreute Förderung der Grundlagen- und der technischen Forschung ein Reservoir an Optionen bereitzuhalten, das dann zu gegebener Zeit zur Verfügung stünde. Der Staat wäre in einer solchen Konzeption jedoch eher Beobachter des Marktes als aktiver Gestalter von Innovations-Pfaden, die sich von der Grundlagenforschung bis zur technischen Implementation erstrecken.

Gibt man - in Abgrenzung zu Hilpert - die Suche nach einer innovationsstimulierenden Logik des technischen Sachzwangs auf, so ließe sich dennoch unter Verweis auf fehlgeschlagene Versuche der Techniksteuerung die (weichere) These einer *nicht-teleologischen Eigendynamik der Technik* ableiten. Dieser These zufolge entwickelt sich Technik nach bestimmten Eigengesetzlichkeiten, *ohne* daß daraus unmittelbar auf die Qualität der sozialen Folgen geschlossen werden könnte. So behauptet etwa van den Daele, daß neue Techniken sich "unaufhaltsam" (1989a: 197) durchsetzen und mit den Mitteln staatlicher Regulierung nicht "in den Griff zu bekommen" (S. 222) sind, vermeidet dabei jedoch eine Festlegung auf konkrete Folgeprognosen. Sein Verweis auf die Grenzen der Formbarkeit von Technik erhält jedoch durch die Fixierung auf den Nachweis einer positiven Gestaltungsfähigkeit des Staates einen tendenziell fatalistischen Tenor, wenn er das Mißlingen staatlicher Forschungsprogramme mit mangelnder Steuerungsfähigkeit des Staates gleichsetzt. Insbesondere die Studien von Keck und Radkau belegen, daß der Staat durchaus ein großes selektives Potential besitzt, wenn es darum geht, zwischen verschiedenen, von den beteiligten Interessengruppen als gleichwertig

angesehenen Alternativen zu entscheiden. Diese *Selektionsmacht* darf nicht verwechselt werden mit der Fähigkeit, eine weitere Alternative eigenständig zu erzeugen. Im Falle "verstaatlichter" Technik (z.B. Atomkraftwerke) hat der Staat zwar kraft seiner Autorität als monopolistischer Nachfrager-Finanzier ein höheres Eingriffspotential, weil die Initiierung bzw. Fortsetzung von Technikprojekten nahezu ausschließlich von seinen Entscheidungen abhängt; im Falle "privater" (van den Daele 1989a: 221) Techniken wie etwa der Gentechnik hingegen kann er durch Setzen von Randbedingungen, d.h. durch Normen, Sicherheitsvorschriften etc., einen wichtigen Einfluß auf die konkrete Ausgestaltung der Technik nehmen. Das Beispiel der Sicherheitsvorkehrungen im Automobil (als einer staatlich kaum geförderten Technik) kann hier als Paradigma für staatliche Technikkontrolle durch Normung gelten. Die These einer eigenlogischen Technikentwicklung läßt sich mit der These der Gestaltungsfähigkeit staatlicher F&T-Politik durchaus kombinieren, wenn man annimmt, daß eigenlogische, evolutionäre Prozesse immer wieder an Bifurkationspunkte geraten, an denen die immanente Entwicklungslogik Varianten eröffnet, deren Selektion aus der Eigenlogik alleine nicht zu erklären ist (vgl. Böhme et al. 1973).

Das Gegenprogramm zur 'Eigenlogik der Technik' ist die 'Eigenlogik der Gesellschaftsform'. Diesem Konzept zufolge schränken sozialstrukturelle Determinanten das Spektrum der möglichen Technikalternativen ein und präferieren die Durchsetzbarkeit bestimmter Optionen. Hack/Hack beziehen beispielsweise die spezifische Nutzbarmachung von Wissenschaft und Technik auf die bestehenden kapitalistischen Produktionsverhältnisse, wenn sie anhand ihrer Studien zur Industrieforschung eine Subsumtion der "geistigen Funktionen ... unter das Kapital" (1985: 550) diagnostizieren. Im Unterschied hierzu betont Ronge (1983) stärker die Scharnierfunktion der Politik, über die sich der Einfluß der Ökonomie auf die Technikentwicklung umsetzt. Ronge stellt zunächst fest, daß die politischen Akteure in einer kapitalistisch-demokratischen Gesellschaft nur über begrenzte Ressourcen verfügen und, bedingt durch die strukturelle Abhängigkeit der Gesellschaft von einer funktionierenden Wirtschaft, auch nur eine geringe Zahl von politischen Alternativen verfolgen können. Wenig plausibel erscheint es allerdings, aus dieser Diagnose einer Verflechtung der Gesellschaftssysteme die ökonomische Determination der staatlichen Politik abzuleiten. Ungeklärt bleibt ferner, wieso Akteure aus dem Bereich der Wirtschaft zum Zwecke der Entwicklung neuer Technologien den Umweg über den Staat nehmen, statt diese selbständig zu generieren. Die Fallstudien zur Kernenergie zeigen, daß das finanzielle Risiko des Baus eines Atomkraftwerks für Großkonzerne tragbar ist, daß aber das Risiko des Sich-Einlassens auf staatliche Großtechnikprogramme nicht kalkulierbar sein kann (vgl. Keck 1984: 332; 1985: 330f.). Zudem gab es in der Kernenergie-Geschichte Verlierer und Gewinner auf der Industrieseite; dies alleine macht die These der ökonomischen Determination unpraktikabel. Die von Ronge in kritischer Intention vorgenommene Beschreibung des Staates als Akzeptanzbeschaffer für industrielle Großprojekte verdeutlicht schließlich, daß der Staat in der Technikentwicklung eine wichtige Rolle spielt, die von den Unternehmen nicht einfach substituiert werden könnte. Diese sind vielmehr insofern vom Staat abhängig, als nur er die

politische Funktion der Akzeptanzbeschaffung ausüben kann. Mono-dimensionale Schemen, wie sie Ronge präsentiert, sind also offenbar zur Analyse von Technikentwicklung ungeeignet.

Die Wirkung der Gesellschaftsform auf die Politik ist also unspezifisch und diffus, so daß sie sich auf Alternativenentscheidungen in der F&T-Politik nicht projizieren läßt und als analytischer Ansatzpunkt ausfällt. Viel eher kommt den etablierten Prozeduren der politischen Entscheidungsfindung eine selektive Wirkung zu. Wenn, wie im Falle der Kernenergie geschehen, eine "Subordination der Forschungspolitik unter außenpolitische Kalküle" stattfindet, dann werden die "technologischen Entscheidungsalternativen" (Kitschelt 1980: 80) erheblich eingegrenzt. Durch Festlegungen dieser Art werden zudem Pfade angelegt, die spätere Entscheidungen präformieren - ein Phänomen, das auch in der Raumfahrt immer wieder zu beobachten ist.² Die Annahme einer Überlagerung von Entscheidungsprozessen der F&T-Politik durch Entscheidungsverfahren zweiter Ordnung läßt sich also aufrechterhalten, indem die 'weiche' Behauptung der *Selektivität institutioneller Strukturen* an die Stelle der 'starken' (und unhaltbaren) These der ökonomischen Determination der Politik gerückt wird. Innovative Forschungsprogramme müssen demnach durch eine Reihe selektive Filter hindurch, in denen sie den jeweiligen institutionellen Routinen angepaßt und operationell handhabbar gemacht werden (van den Daele et al. 1979b). Auch aus dieser Perspektive hat der Staat weniger ein Potential zur aktiven Gestaltung von Forschung und Technik als zum selektiven Ausschluß von Alternativen, was letztlich bedeutet, daß der (maximale) Steuerungseffekt staatlicher F&T-Programme in der "Verstärkung bereits laufender Projekte" (Küppers et al. 1979: 280) bestehen kann.

Dieser Interpretationsansatz verdeutlicht, daß Forschungsprogramme und Technikprojekte nicht als Kreationen eines Souveräns begriffen werden können, sondern Resultat der Interaktion mehrerer Beteiligter im Politikfeld 'Forschung und Technik' sind, die in einem iterativen Prozeß der Programmgenerierung zusammenwirken. Die Rolle staatlicher Akteure kann folglich durch zwei - nur scheinbar widersprüchliche - Aspekte beschrieben werden: *Politikschwäche* läßt sich konstatieren, weil der Staat seine Politik nicht diktieren kann; *Politikstärke* ergibt sich aus der unentbehrlichen Rolle des Staates im Prozeß der Programm-entwicklung und -implementation. Alle anderen Co-Akteure sind strukturell in der gleichen Situation wie der Staat; auch sie können ihre Interessen nicht direkt durchsetzen, sondern müssen den Umweg über Verhandlungs- und Filtersysteme nehmen. Dies erklärt, wieso Innovationsstrategien, die im Wissenschafts- oder im Wirtschaftssystem generiert werden, häufig den Staat zu ihrem Adressaten machen.³

Unter strukturellen Gesichtspunkten existiert also eine *Symmetrie zwischen den sozialen Systemen*, die keiner der agierenden Organisationen - auch im politischen System - eine privilegierte Position zubilligt. Aus der Inkompatibilität der System-

2 Prominentestes Beispiel ist die primär aus außenpolitischen Kalkülen gefällte (vom Außenminister gegen den Forschungsminister durchgesetzte) Entscheidung der Bundesregierung zur Beteiligung an der Euro-Raumfähre Hermes.

3 vgl. van den Daele et al. 1979b; Krohn 1981; Windhoff-Héritier 1987; Krohn/Küppers 1989

logiken ergibt sich vielmehr eine strukturelle Gleichstellung der Akteure, denen die Probleme der Übersetzung ihrer Interessen in fremde Systemsprachen sowie der Mobilisierung von Akteuren in ihrer Umwelt gemein sind. Wie die in dieser Konstellation angelegten Potentiale ausgeschöpft und in *faktische Asymmetrien* (von Macht, Wissen, Geld etc.) überführt werden, ist ein Problem der empirischen Forschung, deren Aufgabe darin besteht, die Realstruktur von Gesellschaft ohne zusätzliche - etwa normative - Inputs, sondern nur durch Rückgriff auf die Interaktionsprozesse zwischen systemisch verorteten Organisationen zu beschreiben. Die Frage nach den strukturellen Bedingungen der Technikgenese kann also nicht durch eine Ableitung konkreter Technikinhalte aus der jeweiligen Gesellschaftsform, sondern nur durch den Hinweis auf sozialstrukturelle Mechanismen beantwortet werden, die für die beteiligten Akteure wechselseitig limitierende Wirkungen besitzen.

Diese Konzeption von Technikgenese als eines "wechselseitigen Anpassungsprozesses" (van den Daele et al. 1979b: 34) der Strategien der beteiligten Akteure sucht folglich die Triebkräfte der technischen Dynamik bei einzelnen *Interessengruppen* und deren Innovationsstrategien. Daraus ergibt sich die Frage, wie die Vorschläge und Konzepte entstehen, die in den Prozeß der Politikentwicklung eingebracht werden, und aus welchen Gründen einzelne Akteure oder Akteurguppen sich in einem bestimmten Politikfeld engagieren. Ein Erklärungsansatz, der in verschiedenen Fallstudien immer wieder auftaucht, bezieht sich auf das Eigeninteresse der jeweiligen Community, die aus Gründen der Bestandssicherung bzw. des Domänenausbaus eine *aktive Politik der Programm-Vorformulierung* betreibt. Die Thematisierungsprozesse, die durch die Visionen der Kernenergie- oder Raumfahrt-Protagonisten initiiert werden, stellen demnach den Ausgangspunkt für die Konstitution des Politikfeldes dar, auf dessen Grundlage sich dann erst staatliche Programmatiken entwickeln. Der Staat sanktioniert - so das übereinstimmende Ergebnis der Fallstudien - faktisch nur, was ihm von Wissenschaft und Industrie vorgegeben wird. Das Eltviller Programm, mit dem die Atomlobby die Kernenergiepolitik des Atomministeriums vorwegnahm (vgl. Kitschelt 1980), sowie das von der Kommission für Raumfahrttechnik 1962 ausformulierte Weltraumprogramm des Bundes, das erst 1965 durch eigene Planungen des Forschungsministeriums ergänzt wurde (vgl. Kap. 6), sind deutliche Indizien für diese Interpretation. Auch das Beispiel des Beschlusses der Bundesregierung vom Oktober 1987 zur Teilnahme am Langzeitplan der European Space Agency (ESA) mit den neuen Großprojekten der bemannten Raumfahrt läßt sich hier anführen; die Regierung ratifizierte hier lediglich das von der Lobby ein Jahr zuvor vorgelegte Konzept und bereitete damit zugleich die Verlagerung der Programmgestaltung aus dem Bundesforschungsministerium (BMFT) in eine dem Zugriff dieser Lobby ausgesetzte Behörde, die Deutsche Agentur für Raumfahrtangelegenheiten (DARA), vor.⁴

4 vgl. Weyer 1988b, 1989, 1990; Albrecht 1989. Die christlich-liberale Bundesregierung hat es bislang noch nicht vermocht, das längst überfällige 5. Weltraumprogramm zu entwickeln; Richtschnur der Raumfahrtspolitik ist faktisch der Bericht der Expertengruppe der Deutschen Gesellschaft für Auswärtige Politik; vgl. Forschungsinstitut 1986.

Dennoch ist eine gewisse Vorsicht gegenüber einer kausalen Herleitung politischer Entscheidungsprozesse aus den Interessenpositionen der jeweiligen Lobbyisten angebracht. Selbst politische Maßnahmen, die post-hoc als schlechte oder gar als *Nicht-Entscheidungen* charakterisiert werden können, sind Selektionen zugunsten einer Option und zuungunsten einer anderen. Die politische Wahl, nicht selbst zu entscheiden und statt dessen das von der Lobby vorformulierte Programm zu übernehmen, ist nicht nur eine Entscheidung zwischen verschiedenen technischen und politischen Alternativen, sondern auch eine notwendige Bedingung zur Ingangsetzung von Technikprojekten. Die nahezu textidentischen Klagen der Lobby über die mangelhafte Umsetzung ihrer Forderungen im Falle der DARA-Gründung 1990 wie schon zuvor anlässlich der Zuordnung der Raumfahrt zum Atomministerium (BMA) im Jahre 1961 sind ein deutliches Indiz dafür, daß politische Entscheidungen mehr beinhalten als nur eine offizielle Sanktionierung der Wunschvorstellungen der Interessengruppen.⁵

Die Suche nach den Ursachen der Dynamik von Großtechnik-Programmen führt also zu den Interessengruppen, ohne daß dabei vergessen werden darf, daß diese Interessengruppen politische Programme nicht autonom generieren können, sondern stets darauf angewiesen sind, über die Inszenierung von öffentlichen Kampagnen politische Unterstützung und staatliche Ressourcen zu mobilisieren. Was die Interessengruppen dazu bewegt, stets neue, weiterreichende Technikentwürfe zu produzieren und der Öffentlichkeit als Zukunftstechnik anzupreisen, kann auf der Grundlage der vorliegenden Fallstudien folgendermaßen beantwortet werden: Organisationen wie Großforschungszentren oder Industrieunternehmen, die auf die Produktion marktferner Großtechniken spezialisiert sind, betreiben eine aktive Strategie der Kontinuierung ihrer Technikprogramme, weil sie von staatlichen Aufträgen in der Regel in einem hohem Maße abhängig sind. Prototypisch sind hier die drei 'Branchen' Atom-, Raumfahrt- und Rüstungstechnik, in denen sich ein konzeptioneller Vorlauf der Hersteller vor den Anwendern (in der Regel um eine Technik-'Generation') feststellen läßt; denn nur über die dauerhafte Verstetigung des Entwurfs immer neuer Zukunftstechniken und die Aufrechterhaltung des Mythos des technischen Fortschritts läßt sich die Dauer-Institutionalisierung von Großforschungseinrichtungen einerseits, von staatlich subventionierten Technologieunternehmen andererseits legitimieren.

Die *Eigendynamik großtechnik-produzierender Organisationen* (in Wissenschaft und Industrie) wäre demnach also die 'soziologisierte' Reinterpretation der vermeintlichen technischen Eigendynamik. Für die Diskussion um die Rolle des Staates für die Technikentwicklung ergibt sich daraus einerseits die fast fatalistische Konsequenz, daß die Politik mit der sozio-technischen Eigendynamik von Großprojekten und den von den Technikproduzenten ausgehenden Handlungszwängen so lange wird leben müssen, wie es die Organisationen gibt, die aus

5 Der Direktor der DARA, W. Wild, mußte sich anlässlich seiner Ernennung im Hausorgan der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt (DGLR) als "schierer Anfänger" titulieren lassen; zudem wurde unmißverständlich klargemacht, daß er "nicht der Wunschkandidat aller in die Raumfahrt verstrickten Parteien" (LRF 2/1989: 2) sei. Zu den 60er Jahren vgl. Kap. 6.4.1 dieser Arbeit.

strukturellen Gründen diese Eigendynamik produzieren müssen. Andererseits weist die 'Soziologisierung' des technischen Sachzwangs aber auch auf Gestaltungsspielräume hin, denn das organisationale Eigeninteresse der Technikhersteller ist für sich genommen gleichgültig gegenüber technischen Alternativen, weil es außer der zentralen Fokussierung auf die Bestandswahrung keine Richtung des technischen Fortschritts zwingend vorgibt. Vielmehr sind die an Knotenpunkten der Entwicklung sich bietenden Gelegenheitsstrukturen (in Form materieller, sozialer und legitimatorischer Ressourcen) ein wesentlicher Bestimmungsfaktor für die von den Technikproduzenten vorgenommenen Strategie- und Alternativenwahlen. Die gegenwärtig zu beobachtende Neuetikettierung der Raumfahrt als Beitrag zum Umweltschutz ist ein aktuelles Beispiel für diesen Sachverhalt (vgl. WWP 44/1989: 5; FAZ 26.10.1989). Aber auch die rasche Umorientierung von der zunächst präferierten deutschen Rakete auf den deutschen Satelliten als Mittel zum Einstieg in die Raumfahrt, den die Industrie in Anbetracht des europäischen Raumfahrtprogramms Anfang der 60er Jahre vollzog, belegt die Flexibilität und prä-emptive Adaption der Strategien der Technikproduzenten an den jeweiligen Kontext (vgl. Kap. 6). Da das Interesse der Community am Selbsterhalt sich in den genannten Beispielen als die Konstante erweist, von der aus die Variable 'Technik' gestaltet wird, kommt dem politischen Kontext eine wichtige Bedeutung als Selektionsinstanz für technische Alternativen zu. Wiederum deutet dieser Befund auf eine Schwäche der staatlichen Politik bezüglich der aktiven Gestaltung technischer Entwicklung, zugleich aber auf eine hohe Bedeutung als Filter für die Eigeninteressen anderer Akteure hin. Technik entsteht nach dieser Interpretation also in komplizierten Verhandlungsprozessen zwischen den beteiligten Akteurguppen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, wobei durch einen stufenweisen Anpassungsprozeß ein Resultat generiert wird, das zwar aus der Sicht jedes Beteiligten suboptimal ist, insgesamt aber einen tragfähigen Kompromiß darstellt. Offen bleibt allerdings, ob es auch aus der Perspektive eines externen Beobachters akzeptabel ist, daß die Interessengruppen wechselseitig ihren Vorteil maximieren, ohne dabei die externen Effekte ihres Handelns zu berücksichtigen.

Diese These des *Politikversagens* ist insbesondere von Logsdon vorgebracht worden, der auf die Gefahren und Risiken hinweist, welche die beschriebene Inszenierung von Technikentwicklung durch kontingente Interessenkoalitionen und der daraus resultierende *Kompromißcharakter von Großtechnikprogrammen* notwendigerweise mit sich bringt. Folgt man Logsdons Argumentation, so lassen sich durchaus Argumente für die Auffassung benennen, daß es vernünftiger und effektiver wäre, die Technikproduzenten ihre Projekte ungestört von politischen Interferenzen entwickeln zu lassen. Es stellt sich beispielsweise die Frage, ob es unter Kosten-, Effizienz- und Sicherheitsgesichtspunkten vertretbar ist, komplexe Großtechniken ausschließlich aus Proporzgründen auf verschiedene Firmen, Regionen oder Nationen aufzuteilen, wie dies heute nahezu bei jedem Großtechnikprogramm geschieht.⁶ Auch erscheint es geradezu fahrlässig, einem technischen Gerät, das für einen eng begrenzten Einsatzzweck entwickelt wurde, aus politischen Gründen eine riskante technische Nachrüstung zu verordnen, wie dies etwa beim Starfighter geschehen ist (vgl. Warnecke 1978: 18f.). Die Produktion von "Eierlegenden

Woll-Milch-Säuen" - so eine Charakterisierung des Multi-Role-Combat-Aircraft (MRCA) Tornado - ist offenbar unausweichlich, je mehr Instanzen an den Verhandlungen beteiligt werden und je mehr Interessen ins Spiel gebracht werden, zwischen denen dann allenfalls ein technisch suboptimaler (und in jedem Fall teurer) Kompromiß erzielt werden kann.

Auch die Challenger-Katastrophe kann Logsdons Analyse zufolge auf den politischen Entscheidungsprozeß in den frühen 70er Jahren und die damals festgelegten technischen Kompromisse bezogen werden. Weil die NASA nach der erfolgreichen Mondlandung ihr Fortbestehen nur mit einem neuen Großprogramm sichern konnte und weil dieses Programm zu seiner Durchsetzung einer breiten Koalition bedurfte, entstand nach langen Verhandlungen ein technisches Konzept, das mit den ursprünglichen Planungen fast nichts mehr gemein hatte.⁷ Unter dem Zwang der Kostenreduktion entschied sich die NASA für ein Shuttle-Design, das in der Herstellung günstig war, jedoch höhere Folgekosten produzierte. Auch die Entscheidung für die (preiswerten, aber sicherheitstechnisch problematischen) Feststoffbooster, die die Challenger-Katastrophe letztlich auslösten, kann als eine vierzehn Jahre lang verdrängte Folge des fehlerhaften politischen Konstruktionsprozesses interpretiert werden. Der Aushandlungsprozeß produzierte also ein "dysfunktionales Resultat" (Logsdon 1986b: 102). Ähnlich bestätigt sich am Beispiel der geplanten Raumstation Freedom "Lindbloms Einsicht, daß staatliche Politik weder rational noch umfassend gestaltet und implementiert wird, sondern vielmehr ein Prozeß des 'Durchwurstelns' ist" (Fries 1988: 571f.). Das technische Design der Raumstation mußte immer wieder geändert werden, "um in der politischen Umwelt überleben zu können" (S. 587), was dazu führte, daß das Konzept der Raumstation sich nicht nach einer "intrinsischen technischen Rationalität" (S. 593) entwickeln konnte, sondern sich der Logik des politischen Interessensspiels anpassen mußte.

Der von Logsdon und anderen vorgebrachte Verweis auf die *Suboptimalität bzw. Dysfunktionalität des politischen Konstruktionsprozesses von Technik* provoziert jedoch die Fragen,

- ob es optimale Technik geben kann,
- mit welchem Maßstab sich die Reife von Technik antizipativ (und nicht erst in historischer Retrospektive) bewerten läßt und
- mit welchen politischen Verfahren sichergestellt werden kann, daß das technische Optimum erreicht wird.

6 Um das politische Überleben des amerikanischen B 1-Bombers zu sichern, wurden Aufträge in 48 Bundesstaaten vergeben; Kosten- oder Effizienzgesichtspunkte spielten dabei keine Rolle (Tirman 1984: 23f.). Auch europäische Gemeinschaftsprojekte der Luft- und Raumfahrt werden nach strengen Quotenregelungen auf die einzelnen Partnerstaaten verteilt. 1970 rechnete man damit, daß dies zu Mehrkosten von 4 bis 5 Prozent führt (LRT 1970: 205). Im Rüstungsbereich geht man inzwischen jedoch davon aus, "daß die politisch begründete Entscheidung für europäische Kooperationsprojekte in der Regel Mehrkosten von zwanzig Prozent nach sich zieht" (FAZ 24.6.1989).

7 Zunächst sollte der Shuttle ein voll wiederverwendbarer Zubringer zur Raumstation werden; als diese gestrichen wurde, erfolgte die Umdefinition zur Allzweck-Raumfähre. Nachdem die Raumstation dann in den 80er Jahren wieder auf die Tagesordnung kam, mußte sie ihrerseits modifiziert werden, um den Anforderungen zu genügen, die durch das Transportmittel Shuttle definiert wurden; vgl. Fries 1988: 586.

Logsdon muß von der (nicht explizierten) Annahme ausgehen, daß das technische Design, welches vor Beginn des politischen Aushandlungsprozesses entworfen wurde, eine höhere Konsistenz und Plausibilität besaß als die dann folgenden revidierten Designs. Logsdon bezeichnet z.B. das Shuttle als "eindrucksvolle technische Leistung", das Shuttle-Programm jedoch als "politischen Mißerfolg (policy failure)" (1986a: 1099); als Schlußfolgerung seiner Analyse stellt er fest, daß ein Projekt dieser Dimension nur dann sinnvoll durchgeführt werden kann, wenn es auf breiter und dauerhafter politischer Unterstützung basiert und wenn der "Beschluß über die Mittel auch die Entscheidung über die Ziele impliziert" (S. 1105). Dem - nur spekulativ begründbaren - Glauben, daß technische Großprojekte, die nicht durch den politischen Prozeß in ihrer 'natürlichen' Entwicklung behindert werden, eine höhere Rationalität und Effizienz besitzen, steht allerdings die auch von Logsdon vorgebrachte Tatsache gegenüber, daß diese Großprojekte in ihrer Genese keineswegs Produkte einer technischen Rationalität, sondern eines strategischen Kalküls ihrer Betreiber waren, deren Überleben von der Durchsetzung eines Schlüsselprojekts existentiell abhing und die durch über-optimistische Versprechungen die Einstiegs-Entscheidung herbeizuführen suchten. Für die NASA mag es im Sinne ihrer Organisationsinteressen rational gewesen sein, das Shuttle zu entwerfen und als Zukunftstechnik zu propagieren; am Bedarf der potentiellen Nutzer und deren Rationalitäten ging das Projekt allerdings vorbei.⁸

So eignet sich der Verweis auf die höhere Rationalität der technischen Eigenlogik allenfalls für zwei - diametral entgegengesetzte - politische Schlußfolgerungen: Erstens die totale Unterstützung von Großprojekten gemäß dem Entwurf ihrer Konstrukteure oder zweitens den totalen Verzicht auf Großprojekte dieser Art. Alle zwischen diesen Extremen liegenden Wege der Inangsetzung und Implementation von Großprojekten beinhalten notwendigerweise politische Aushandlungsverfahren mit den Möglichkeiten der Neubewertung, Modifikation oder Revision früherer Entscheidungen, sei es vor dem Hintergrund neuartiger Erfahrungen, gewandelter Präferenzen oder veränderter politischer Strukturen. Alleine die Spielregeln der parlamentarischen Demokratie verlangen diese Offenheit, auch wenn die Betreiber von Großprojekten Planungssicherheit über Zeiträume fordern, die die Dauer von Legislaturperioden überschreiten (vgl. Anhörung 1985). Zudem geht die Tendenz in der Technikfolgenabschätzungs-Diskussion eher in die Richtung, durch Verbreiterung des Entscheidungsprozesses, d.h. durch die Einbeziehung einer großen Zahl von Interessenpositionen, ein möglichst umfassendes Spektrum denkbarer Folgen zu antizipieren und damit technische Sicherheit im sozialen Prozeß zu erzeugen. Zugleich soll auf diese Weise die Wahrscheinlichkeit des sozialen Funktionierens der betreffenden Technik erhöht werden.⁹

8 Das Shuttle wurde von den Wissenschaftlern abgelehnt, stieß beim Verteidigungsministerium auf Desinteresse und löste zudem harsche Kritik bei der obersten Finanzbehörde aus; vgl. Logsdon 1986a.

9 Planer und Betreiber moderner Großtechnologien berücksichtigen zunehmend, daß Technik mehr ist als nur die Hardware, sondern auch aus einem Netz sozialer Interaktionen besteht, das erst ihr Funktionieren ermöglicht; vgl. Nieling et al. 1989; Herbold et al. 1991; Petermann 1992; Weyer 1993d.

Eine Alternativ-Interpretation des von Logsdon geschilderten Beispiels könnte demnach lauten: Im Falle des Shuttle hätte ein (kollektiv-)rational geführter Aushandlungsprozeß zu der Entscheidung führen können, auf den Bau einer bemannten Raumfähre vorerst zu verzichten und das Ziel 'Raumstation', ähnlich wie die UdSSR es tat, mit den vorhandenen konventionellen Mitteln anzusteuern. Da die um ihr Überleben kämpfende NASA nicht in der Lage war, diesen 'rationalen' Prozeß mitzuvollziehen, sondern auf einem neuen Großprojekt beharrte, mußte es zur Challenger-Katastrophe kommen.

Als Fazit dieses Abschnitts läßt sich also festhalten, daß die diskutierten Interpretationen der Rolle des Staates für die Technikentwicklung zwar partiell plausibel sind, in der einseitigen Zuspitzung auf einen Teilaspekt jedoch zu problematischen Aussagen führen.

- a) Als vollkommen unbrauchbar zur Begründung staatlicher F&T-Politik erwies sich das Theorem des 'Marktversagens', da es unterstellen muß, daß erstens die politischen Akteure über ein prognostisch verwendbares Bild der Technikentwicklung verfügen, daß es zweitens operationalisierbare Mechanismen der Steuerung des Innovationsprozesses gibt und daß schließlich drittens die unterstellte linear-kausale Innovationssequenz existiert. Alle drei Annahmen erwiesen sich als höchst fragwürdig.
- b) Die Rolle der Interessengruppen für die Erzeugung neuer Technik darf zwar nicht unterschätzt werden; kurzschlüssige Fehlinterpretationen lassen sich jedoch nur vermeiden, wenn die selektierende Wirkung staatlicher Programm-entscheidungen mit berücksichtigt wird.
- c) Die Behauptung einer technischen Eigendynamik konnte dekomponiert und in die Eigendynamik der Interessen von Organisationen übersetzt werden.
- d) Das Argument des 'Politikversagens' wurde in seinen verschiedenen Varianten - der Unfähigkeit des Staates zur aktiven Gestaltung einerseits, zur Optimierung von Technikprojekten andererseits - analysiert, wobei deutlich wurde, daß die Rolle, die der Staat für die Technikentwicklung spielt, durch die aktivistischen Selbstdarstellungen staatlicher Akteure nur inadäquat beschrieben wird. Der Staat verfügt über ein selektives Potential, das er nicht nur mittels der Gestaltung von Randbedingungen, sondern auch mittels der Filterung von Ansprüchen anderer Akteure durch eigene Programm-entscheidungen realisiert. Allerdings steht dieses Potential nicht instrumentalisch zur Verfügung; der Glaube an eine Fähigkeit der Politik zur 'positiven' Gestaltung von Technik-entwicklung muß daher korrigiert werden.

1.3 Die ökonomische Unvernunft staatlicher Forschungs- und Technologiepolitik

Die bislang diskutierten Ansätze versuchen, die Rolle staatlicher F&T-Politik neu zu bestimmen, ohne dabei die Prämisse gänzlich aufzugeben, daß der Staat die Fähigkeit zur Steuerung und Kontrolle technischer Entwicklungen besitzt. In völligen Gegensatz dazu stellt sich die neo-liberale Position, die zu der Feststellung gelangt, daß grundsätzlich jegliche Form des direkten Eingriffs des Staates in den ökonomischen Prozeß notwendigerweise zu kontraproduktiven Effekten und zu Ineffizienzen führt. Die Forderung, "daß sich der Staat aus der Finanzierung industrieller Großprojekte zurückzieht" (Klodt 1987c: VI), ist die logische Konsequenz dieser Position, die mit einer Reihe von ökonomischen Verfahren und Indikatoren den Widersinn staatlicher F&T-Politik belegt und zu dem Schluß gelangt, daß lediglich die Förderung der Grundlagenforschung durch den Staat zu akzeptieren ist. Klodt diagnostiziert eine "inverse Beziehung zwischen direkter staatlicher F&T-Förderung und den Export-Import-Quoten bei hochtechnologischen Produkten" (1987b: 55), welche er als Indikator für die technologische Wettbewerbsfähigkeit verwendet.

Das Land, das den geringsten Anteil staatlicher Subventionen für Hochtechnologien aufweist, nämlich Japan, exportiert mehr als viermal soviel Hochtechnologieprodukte, wie es importiert, während für die USA der umgekehrte Zusammenhang gilt. Zudem läßt sich nachweisen, daß "die Unternehmen andere Akzente als der Staat setzen" (1987a: 50): Die drei Bereiche Luft- und Raumfahrt, Kernenergie sowie Mikroelektronik, in denen der Staat seine F&T-Ressourcen konzentriert, gehören nicht zu den Schwerpunkten privatwirtschaftlicher F&E-Investitionen; umgekehrt werden die Sektoren, die Schwerpunkte industrieeigener F&E-Aktivitäten sind (Maschinenbau, Chemie, Automobilbau, Elektrotechnik), vom Staat systematisch vernachlässigt. Dies bedeutet, daß die staatliche F&T-Politik mit ihrer Präferenzsetzung "alle anderen forschungsintensiven Industrien diskriminiert" (1987b: 55). Klodt führt zudem den Nachweis, daß "staatliche Projektförderung nicht dazu beiträgt, eine starke Weltmarktposition zu erreichen" (1987a: 53), vielmehr erfolge sich eher dort einstellen, wo die japanische "Strategie einer indirekten Forschungsförderung" (S. 55) eingeschlagen wird und die staatlichen Programmschwerpunkte sich an den Präferenzen der Unternehmen orientieren.

Der Nachweis der Ineffizienz staatlicher F&T-Politik kann kaum deutlicher ausfallen, als Klodts Untersuchungen es belegen; und dennoch muß bezweifelt werden, ob seine Analyse hinreichend schlüssig ist. Kritisch anzumerken ist zunächst, daß ein rein statistischer internationaler Vergleich technologiepolitischer Strategien tendenziell zur Unterbewertung nationaler Besonderheiten führt. Zugleich birgt er die Gefahr, den methodischen Fehler zu wiederholen, der den Propagandisten des internationalen High-Tech-Wettrüstens u.a. von Klodt so akribisch nachgewiesen wurde, nämlich daran zu glauben, daß es ein Patentrezept nationaler F&T-Politik gibt, welches durch den internationalen Spitzenreiter definiert werde. Neuere Analysen zur japanischen F&T-Politik weisen jedoch deutlich darauf hin, daß eine Kopie des 'japanischen Weges' im Sinne eines rein verfahrenstechnischen Transfers der Politikinstrumente wenig erfolgversprechend

ist, weil sie die Einbettung der F&T-Politik in die jeweiligen Gesellschafts- und Politikstrukturen ignoriert; die Imitation der 'Gewinner von heute' stellt keine sinnvolle Zukunftsstrategie dar (vgl. Freeman 1987).

Dennoch bleibt das Verdienst der neoliberalen Schule, mit präzisen Analysen die bei Politikern und Technologie-Promotoren beliebte rhetorische Behauptung eines positiven Zusammenhangs zwischen der Förderung von Spitzentechnologien und der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung ad absurdum geführt zu haben. Die umgekehrte Beweisführung, daß "es jenen Unternehmen, die unter dem Schutz staatlicher Subventionen stehen, generell schwerfällt, sich auf den Weltmärkten zu behaupten" (Klodt 1987c: IV), erhält jedoch in Zusammenhang mit der Diskriminierungsthese einen kuriosen Akzent derart, daß die Unternehmen, die in den politisch nicht präferierten Bereichen tätig sind, eigentlich davon profitieren müßten, von den ökonomisch kontraproduktiven Maßnahmen des Staates verschont zu bleiben. Es gibt etliche historische Beispiele, die diese Lesart nahelegen. So zögerten die meisten westdeutschen Unternehmen in den 50er Jahren, in Rüstungsprojekte einzusteigen (vgl. Kap. 5). Auch das Beispiel der vor wenigen Jahren gestarteten Computerinitiative des Pentagon, die von den Halbleiterherstellern in den USA abgelehnt wurde, weil sie negative Effekte für ihre Wettbewerbsfähigkeit befürchteten, spricht eine deutliche Sprache. Damit ließe sich die paradox anmutende These formulieren, daß staatliche Investitionen in die Raumfahrt oder die Kernenergie insofern ökonomisch vertretbar (weil in ihren Wirkungen neutral) sind, als sie (den nicht abzuschaffenden) Tatendrang der Wirtschafts- und Technologiepolitik von Sektoren fernhalten, in denen ein spürbarer volkswirtschaftlicher Schaden anzurichten wäre.

Diese zynische Zuspitzung des Arguments soll folgende *Inkonsequenzen der neoliberalen Position* verdeutlichen. Einerseits vertrauen Analytiker wie Klodt auf die Selbststeuerungskräfte des Marktes: Da der Markt ein Optimum an technischem und wirtschaftlichem Fortschritt zu erzeugen in der Lage ist, der Staat hingegen keine positiven Akzente setzen kann und in der Regel kontraproduktive Effekte erzeugt, gibt es dieser Auffassung nach praktisch keine plausible Rechtfertigung für staatliche F&T-Politik. Andererseits traut man dem Staat durchaus zu, ökonomische Effekte zu erzeugen (wenn auch nur negative), so daß ein Bedarf für eine politische Gegensteuerung entsteht, die auf den Rückzug des Staates aus der Subventionierung marktnaher Technologien abzielt. Zwischen den beiden Positionen der Innovations-Autonomie des Marktes und der Negativ-Steuerungsfähigkeit des Staates besteht ein unaufgelöstes Spannungsverhältnis, das auch die politischen Empfehlungen der neoliberalen Schule fragwürdig macht. Wenn für ein Zurückfahren der direkten Projektförderung zugunsten indirekter, die bestehenden Aktivitäten der Industrie lediglich verstärkender Maßnahmen plädiert wird, so fragt sich, welche Funktion eine solche Förderpolitik haben soll außer der, vorhandenes Geld auszugeben. Nicht nur angesichts der von Klodt beschriebenen Mitnahmeeffekte bleibt unklar, wieso der Staat seine finanziellen Mittel ausgerechnet für Vorhaben ausgeben soll, die ohnehin laufen und über die ohne sein Zutun entschieden wird.¹ Wenn die Industrie gemäß ihrer Präferenzen und ihres Risikokalküls sich für bestimmte Projekte entscheidet, weil sie diese für aussichtsreich hält, kann es im Grunde keine mit streng ökonomischen Argumenten begründbare

Rechtfertigung für staatliche Eingriffe auf der Ebene der Technikentwicklung geben. Alle denkbaren Begründungen für Subventionen des Staates sind notwendigerweise politisch: Autarkieargumente, umwelt-, regional- oder sozialpolitische Erwägungen mögen es plausibel machen, bestimmte Technikprojekte zu forcieren bzw. zu unterbinden. Die von Klodt favorisierten indirekten Maßnahmen sind hierzu ein geeignetes Mittel, wenn etwa die technische Forschung vom Staat bezuschußt wird, die zur Verbesserung der Umweltqualität oder der Sicherheit am Arbeitsplatz beiträgt. Wenn man jedoch eine solche politische Begründung staatlicher Interventionen in den F&E-Prozeß vermeiden will, entfällt praktisch jede Rechtfertigung für eine F&T-Politik und damit auch für die von Klodt geforderte Neuorientierung zugunsten einer indirekten Anreizpolitik.

Der *asymmetrische Steuerungsbegriff* und die Logik der "adverse selection" (Klodt 1987a: 83) sind also die Achillesferse der neoliberalen Kritik der F&T-Politik. Wenn der Staat primär die besonders unsicheren und fragwürdigen Projekte fördert, dann müßten die negativen Effekte seiner F&T-Politik besonders die Unternehmen bzw. Branchen treffen, die ohnehin nur eine geringe Überlebensfähigkeit am Markt besitzen und nicht an der Spitze des Innovationsgeschehens stehen. Auf diese Weise könnte sich die Logik des technischen Fortschritts quasi hinter dem Rücken der Beteiligten durchsetzen. Staatliche F&T-Ausgaben wären demnach entweder der Luxus des postmodernen Neo-Merkantilismus oder pure Verschwendung, die lediglich durch Ausweitung des argumentativen Horizontes kritisiert werden kann; denn eine Forderung nach Umschichtung der F&T-Mittel zugunsten anderer Industriebranchen läßt sich mit dem Argumentationsarsenal neoliberaler Kritik kaum begründen. Und so verwundert es auch nicht, daß Klodt zu der - außerhalb der F&T-Politik liegenden, innerhalb seines Ansatzes jedoch durchaus konsequenten - Schlußfolgerung gelangt: "Eine gute Bildungspolitik ist daher eine lohnende Alternative zur Technologiepolitik." (1987a: 112)

Eine völlig andere Situation ergäbe sich, wenn die schädlichen Wirkungen staatlicher F&T-Politik nicht nur einzelne Branchen selektiv benachteiligten, sondern eine Ausstrahlung auf die gesamte Ökonomie und damit auch auf 'gesunde', d.h. technisch innovative und ökonomisch produktive Branchen besäßen. Hierzu gibt es zwei verschiedene Denkansätze:

a) Der erste Ansatz betont die ökonomisch kontraproduktiven Effekte einer verfehlten F&T-Politik. Staatliche F&E-Ausgaben lassen sich diesem Modell zufolge als Mittel einer indirekten Industriepolitik begreifen, welche durch die Bevorzugung unproduktiver Branchen die gesamte Industriestruktur verzerrt und damit das Tempo der gesamtwirtschaftlichen Innovation verlangsamt. Dies sei vor allem dann der Fall, wenn militärtechnische Anforderungen die Produktion überkomplexer und überzüchteter Techniken forcieren, für die es keine kommerziellen Anwendungen gibt. Da die Innovationspfade ziviler und militärischer Technik nur

1 vgl. Klodt 1987c: IV. Die Kritik an dieser Praxis der Subventionierung laufender Vorhaben von Konzernen, die z.T. einen höheren F&E-Etat als das BMFT haben, bildet einen der Schwerpunkte 'linker' Positionen in der f&t-politischen Diskussion; vgl. Ahrweiler 1986; Ahrweiler/Rilling 1988.

in ganz frühen Phasen parallel verlaufen und dann eine den Anforderungsprofilen entsprechende Spezialisierung eintrete, sei auch ein indirekter Spin-off unwahrscheinlich. Diese Position stützt sich vor allem auf die Analyse der USA, wo in den frühen 80er Jahren ein hoher Einsatz für Raumfahrt und Rüstung mit einer abnehmenden internationalen Wettbewerbsfähigkeit sowie einer krisenhaften wirtschaftlichen Entwicklung zeitlich koinzidierte. Hieraus wird die Prognose abgeleitet, daß andere Länder, die diesem Beispiel folgen und auf kommerziell nicht verwertbare Technikprojekte wie etwa die bemannte Raumfahrt setzen, negative ökonomische Folgen werden tragen müssen.²

Eine Variante dieses Ansatzes betont stärker die Notwendigkeit einer Umschichtung der F&E-Mittel zugunsten alternativer Technologien. Die gezielte staatliche Förderung weniger marktferner Branchen unter gesamtökonomischen Aspekten sei eine Verschwendung kostbarer und knapper Ressourcen, die in anderen Bereichen dringend benötigt würden. Statt in Rüstung und Raumfahrt zu investieren, sollte die F&T-Politik auf 'Zukunftstechniken' setzen; dazu zählen - je nach Standpunkt - Biotechnologie und Mikroelektronik oder aber Umwelt-, Gesundheits-, und Humanisierungstechniken. Nur durch den gezielten Einsatz der F&E-Mittel in diesen Schlüsselbereichen könne auf lange Sicht der ökonomische, soziale und ökologische Fortschritt gewährleistet werden.³

b) Auch der zweite Ansatz legt zunächst den Akzent auf die gesellschaftlichen Risiken und Folgekosten einseitiger F&T-Politik, begründet diese Diagnose jedoch mit diametral entgegengesetzten Argumenten. Ausgangspunkt ist die Behauptung, daß der gezielte Einsatz staatlicher Ressourcen in wenigen Schlüsselbereichen die Wahrscheinlichkeit der umfassenden Diffusion dieser Techniken in die gesamte Gesellschaft erhöht. Dies gelte vor allem, wenn die Technikprojekte bis zur Markteinführung gefördert würden. Da staatliche F&E-Programme die an ihnen beteiligten Unternehmen zu einer Abkopplung von der Marktdynamik 'verführen', steige die Wahrscheinlichkeit, daß diese nicht nur ineffektive, sondern auch extrem teure, riskante sowie die sozialen Folgen nicht berücksichtigende Techniken erzeugen. Die Gesellschaft werde durch diese künstliche Beschleunigung des technischen Fortschritts permanent überfordert; es entstünden Disparitäten auf allen Ebenen, deren Folgekosten die Gesellschaft dauerhaft belasteten.⁴

Beide Ansätze schreiben dem Staat eine zentrale Rolle bei der Steuerung der technischen und ökonomischen Entwicklung zu, wobei das erste Modell unzureichende, das zweite Modell hingegen übermäßige Spin-offs staatlicher High-Tech-Projekte als Verursacher kontraproduktiver ökonomischer Effekte identifiziert. Beiden Positionen haftet jedoch der Mangel an, daß der behauptete Zusammenhang von staatlichen Eingriffen und negativen Effekten für die Gesamtkönomie nur indirekt und oft auch nur spekulativ-intuitiv erschlossen wird. Ein methodisches Problem ergibt sich aus dem Fehlen von Indikatoren, an denen die Wirksamkeit staatlicher Politik abgelesen werden kann; der von der Ökonometrikern einge-

2 vgl. Kaldor 1981; Tirman 1984; Junne 1985; Ziviler Nutzen 1985; Lichtenberg 1988; Tsipis 1988; Glismann/Horn 1988; Krupp/Weyer 1988

3 vgl. Ahrweiler 1986; J. Heraeus in: Der Spiegel 34/1987: 36ff.

4 vgl. Radkau 1983: 260f.; 1989a: 32; 1989b

schlagene Weg der Korrelierung von staatlichen Inputs und volkswirtschaftlichen Outputs ist zwar plausibel - vor allem, wenn er international vergleichend verfolgt wird -, kann jedoch den Zweifel, daß die gemessenen wirtschaftlichen Effekte nur in geringem Maße von staatlichen Maßnahmen induziert sind und F&T-Politik eher symbolischen Charakter hat, kaum zerstreuen (vgl. Esser 1989). Es besitzt zwar eine hohe Plausibilität, die kaum widerlegbaren, wenn auch weitgehend auf amerikanischen Erfahrungen basierenden Analysen zu den negativen Folgen einer Priorisierung militärischer Forschung und Technik auf andere Länder und andere Technikbereiche zu übertragen; die methodischen Defizite einer solchen Analogisierung lassen sich dennoch kaum verschweigen.⁵

Zudem stellt sich die Frage, ob die Forderungen nach einer Umschichtung des Forschungsbudgets in neue Schlüsselbereiche nicht mit der gleichen strukturellen Planungsproblematik behaftet sind wie frühere Forderungen nach Ausbau der Schlüsseltechniken 'Kernkraft' oder 'Raumfahrt'. Da Prognosen über zukünftig eintretende gesellschaftliche Entwicklungen notwendigerweise mit Ungewißheit behaftet sind, ist es nahezu unmöglich, die Notwendigkeit einer neuen Prioritätensetzung staatlicher F&T-Politik anders zu begründen, als die Protagonisten des Schnellen Brüters es taten (vgl. Elster 1993). Auch ein Crash-Programm zur Erforschung und Entwicklung alternativer Energien unterliegt dem *Risiko der Fehlprognose*. Zudem muß jede Forderung nach antizipativer F&T-Politik einen linear-sequentiellen Innovationsverlauf unterstellen - eine oben bereits diskutierte fragwürdige Annahme. Die Konsequenz aus diesen Überlegungen könnte allenfalls sein, auf Großprojekte einerseits, die künstliche Beschleunigung von Technikprojekten andererseits zu verzichten und eine eher abwartende Haltung gegenüber der technischen Entwicklung einzunehmen, wie es etwa Radkau (1989b) vorschlägt. Wenn sich die Prioritäten der F&T-Politik zudem von den Regeln des internationalen Subventionswettkampfes und den programmatischen Vorläufen der Industrie und der Forschung abkoppelten, liefe die F&T-Politik nicht mehr Gefahr, die Entstehung unsinniger, kontraproduktiver oder sogar hochriskanter Techniken zu forcieren.⁶ In einem "dezentralisierten Suchprozeß" könnten neue Technologien generiert und zugleich die "Unsicherheiten und Risiken" begrenzt werden; der "zu Unrecht als Verschwendung" verschmähten "Parallelforschung" (Klodt 1987a: 86f.) käme damit eine wichtige Bedeutung zu.

Die staatliche F&T-Politik würde auf diese Weise allerdings ihre Identität als Politik aufgeben und sich auf eine Residualfunktion der breit gestreuten Förderung der Grundlagenforschung beschränken, die für die Gesellschaft verschiedene technische Lösungen als parallel bereitstehende Optionen verfügbar zu halten hätte. Das Prognoseproblem und das aus ihm herleitbare Planungsdilemma läßt sich mit einer Politik, die sich nicht definitiv festlegt, sondern die Zukunft offenhält, zwar umgehen; dies mag erklären, warum in der gegenwärtigen technologiepolitischen

5 vgl. Ziviler Nutzen 1985; Gerybadze 1988; Krupp/Weyer 1988. Insbesondere bei Gerybadze wird der Transfer des Arguments sehr unvermittelt und ohne empirische Beweisführung vorgenommen; vgl. S. 204ff.

6 Hierzu wäre allerdings ein internationales Abkommen zum Abbau von Subventionen erforderlich, wie Krupp/Kuntze (1986: 11) und Klodt (1987a: 109) es vorschlagen.

Diskussion, die von der Kritik an einer einseitigen F&T-Politik geprägt ist, die Umkehr zu einer Optionenpolitik ein beliebtes Rezept ist. Offen bleibt allerdings, wie eine solche *Nicht-Politik* zu legitimieren ist. Dies gilt in zweierlei Hinsicht: Erstens kann gefragt werden, ob eine Politik, die keine Effekte erzielt, nicht entbehrlich ist; die Schließung des Bundesforschungsministeriums wäre eine logische Konsequenz einer solchen Position. Zweitens gerät Politik unweigerlich in Rechtfertigungszwänge, wenn sie angesichts vorliegender Alternativszenarien nicht zu Entscheidungen fähig ist und durch eine Politik des Offenhaltens zugleich den Personen, die von der als schlechter bewerteten Alternative betroffen sind, höhere Risiken zumutet. Eine Regierung, die angesichts der offenkundigen Risiken einer Technik nicht handelt, wird ihre Politik schwerlich legitimieren können. Eine konsequente Befolgung der in den kritischen Studien zur F&T-Politik enthaltenen Vorschläge und Forderungen hätte also eine *Erosion bzw. einen Identitätsverlust staatlicher F&T-Politik* zur Folge. Unabhängig von der Bewertung der Alternativvorschläge wird damit deutlich, daß die Perspektive einer Selbstaufgabe von Politik mit den Interessen der politisch Handelnden nicht kompatibel sein kann.

Um zu verstehen, warum staatliche Akteure trotz der vermeintlichen Irrationalität ihres Handelns F&T-Politik betreiben, ist es daher erforderlich, das Postulat der ökonomischen Rationalität politischer Entscheidungen, das die Prämisse aller bisherigen Überlegungen bildete, aufzugeben und statt dessen von der weitgehenden *Entkopplung der (eher politisch-symbolischen) Forschungspolitik von ökonomischen Kalkülen und Rationalitätspostulaten* auszugehen. Sowohl die neoliberale Kritik der F&T-Politik als auch die zahlreichen Anti-Spin-off-Studien haben demnach zwar einen unschätzbaren Wert für die tagespolitische Debatte um das 'Für und Wider' staatlicher Großprojekte, weil sie die wirtschafts- und industrie-politische Rhetorik der Technikpromotoren durch die Konfrontation mit den realen Ergebnissen ihrer Politik widerlegen und so die Arena für alternative Optionen öffnen. Zu der Frage, wieso der Staat überhaupt Technologiepolitik betreibt, obwohl die geschilderten Zusammenhänge auch den politischen Entscheidungsträgern bekannt sein dürften, dringt diese Form der Kritik nicht oder nur partiell vor.

Im folgenden soll daher der Versuch unternommen werden zu erklären, wieso der Appell an die ökonomische Vernunft des Staates (bzw. der staatlichen F&T-Politik) keine unmittelbare aufklärerische Wirkung hat, sondern allenfalls indirekt als Element des technologiepolitischen Diskurses Einfluß auf staatliche Technologieprogramme ausüben kann. Dabei steht die Hypothese im Mittelpunkt, daß politische Entscheidungen primär einer politischen Logik folgen und industrie- oder technologiepolitische Begründungen trotz ihrer zentralen rhetorischen Rolle allenfalls als sekundäre Orientierungen fungieren.

1.4 Die politische Vernunft staatlicher Forschungs- und Technologiepolitik

Einen ersten Hinweis auf nicht-ökonomische Bestimmungsfaktoren staatlicher F&T-Politik gibt die spieltheoretische Reinterpretation des Brüter-Beispiels, mit deren Hilfe Keck die Unfähigkeit des Staates zum Ausstieg aus unsinnigen und ineffizienten Großprojekten erklärt. Aufgrund der Informationsasymmetrie, die zwischen den Betreibern eines Technikprojektes und dessen Förderern im Staatsbereich besteht, ist es demnach für jedes einzelne Unternehmen (zweck-)rational, Informationen über die Sinnlosigkeit eines laufenden Programmes zurückzuhalten, weil es im Rahmen staatlich geförderter Großprojekte keine Anreizstruktur gibt, die die Aufklärung des Staates über den ihm entstehenden Schaden höher belohnt als das Schweigen (vgl. Keck 1985; 1988). Die Irrationalität von Großprogrammen und die offensichtliche ökonomische Unvernunft des Staates läßt sich also auf eine soziale Konstellation zurückführen, in der "rationales individuelles Handeln zu einem für beide Seiten, Industrie und Regierung, suboptimalen Ergebnis führt" (Keck 1988: 187). Der von Keck vorgeschlagene Ausweg, die ökonomische Effizienz staatlicher F&T-Projekte durch eine Eigenbeteiligung der Industriefirmen in kritischer Höhe zu sichern, verweist auf die sein Modell tragende normative Unterstellung, daß die F&T-Politik (kollektiv-)rationaler gestaltet werden könnte, wenn der Staat mehr ökonomische Vernunft besäße. Zugleich schreckt Keck jedoch vor den politischen Konsequenzen einer solchen Ökonomisierung der F&T-Politik zurück, da der Mechanismus der "Kosten-Beteiligung ... der Industrie praktisch ein Veto (für) staatliche Technik-Programme einräumt", das in gewissen Bereichen wie Umweltschutz oder Arbeitsplatzsicherheit zu "Ergebnissen führen kann, die nicht im öffentlichen Interesse sind" (1988: 197).¹ Keck findet also keinen Ausweg aus dem *Paradox*, daß staatliche F&T-Politik einerseits durch ihre Ökonomisierung ihre Identität als Politik verliert und andererseits durch ihre Politisierung das Postulat ökonomischer Effizienz verletzt. Zudem stößt sein Modell der 'weißen Elefanten' dort an Grenzen, wo es um die Erklärung der Genese staatlicher Großtechnikprogramme, d.h. um die Motive des Staates bei der Ingangsetzung dieser Projekte, geht. Auch das erstaunliche Faktum, daß die politischen Akteure das 'Elefanten-Spiel' selbst dann weitertreiben, wenn sie über die Sinnlosigkeit des Projektes informiert sind, und daß sie auch gegen den dezidierten Widerstand der Industrie eine Fortsetzung des Projekts erzwingen, kann Kecks Modell nicht erklären (vgl. Keck 1988: 192f.).

Trotz dieser Beschränkung verweist Kecks Analyse jedoch (z.T. gegen seine eigene Intentionen) auf zwei wichtige Sachverhalte: Erstens existieren in den Interaktionen zwischen verschiedenen sozialen Akteuren eigenständige Spielregeln, die nicht auf normative Rationalitätspostulate abgebildet werden können. Zweitens lassen sich Interaktionsprozesse der beschriebenen Art nur dann adäquat erfassen, wenn man die je spezifischen Teilrationalitäten der Akteure in das Modell mit

1 Im Falle von Marktunvollkommenheiten (etwa im Umweltschutz) hält Keck es für möglich, "die staatliche Technologieförderung bis in die marktnahen Entwicklungsphasen auszudehnen" (1984: 331), womit er allerdings die zuvor vom ihm heftig kritisierten Argumente der Brüter-Betreiber reproduziert.

einbezieht. Solange man das Handeln staatlicher Akteure an den Kriterien ökonomischer Effizienz mißt, wird man immer wieder zu paradoxen Ergebnissen gelangen; erst wenn die *politische Vernunft des politischen Handelns* berücksichtigt wird, zeigt sich, daß auch Projekte, die unter ökonomischen Gesichtspunkten sinnlos sind, ihre eigene Logik besitzen.

Ein Rekurs auf die Ausdifferenzierung staatlicher F&T-Politik als eigenständigem Politiksektor zeigt, daß es sich hier keineswegs um einen degenerierten Ableger der Ökonomie, sondern um ein genuines Politikfeld handelt. Die Ursprünge staatlicher Wissenschaftspolitik lassen sich bis in das späte 19. Jahrhundert zurückverfolgen (vgl. Burchardt 1975; Pfetsch 1974). Frühe Vorformen der Förderung der luftfahrttechnischen sowie der chemischen Forschung im 1. Weltkrieg blieben trotz der Intensität des staatlichen Engagements jedoch sporadische Episoden. Eine Ausdifferenzierung der F&T-Politik als eines genuinen Teilsystems der Politik erfolgte erst in den 30er und 40er Jahren - nahezu zeitgleich - in Deutschland und den USA, wobei als Indikatoren für eine Verselbständigung der *F&T-Politik als einer eigenständigen Form des System-Umwelt-Kontaktes von Politik* die dauerhafte und irreversible Etablierung separater Behörden für Forschungsplanung und -administration sowie die Errichtung von staatlich gelenkten Großforschungseinrichtungen angesehen werden können. Erst in dieser historischen Phase setzte die systematische und kontinuierliche Förderung der Entwicklung nicht-marktförmiger Techniken ein.²

Die beiden prototypischen Fälle, die späteren Institutionalisierungsansätzen als Paradigma staatlicher F&T-Politik dienten, waren das amerikanische Atombombenprojekt und das deutsche Raketenprojekt. Hier wurde ein Muster erstmals realisiert, das prägend vor allem für die zivilen Atom- und Raumfahrtforschungsprogramme der Nachkriegszeit war, die dann wiederum stilbildend für Großforschungseinrichtungen auch in anderen Technologiebereichen wirkten. Zentrale Charakteristika der Großforschungszentren in Peenemünde und Los Alamos und der sie tragenden politischen Institutionen waren:

- Die institutionelle Separierung der Forschung vom akademischen Sektor sowie die Konzentration von personellen und materiellen Ressourcen auf ein technisches Schlüsselprojekt;
- die damit einhergehende (durch militärische Geheimhaltung noch verschärfte) Abkopplung der Wissenschaftler und Techniker von den wissenschaftsinternen Dynamiken der Theorieentwicklung einerseits, der Reputationszuweisung andererseits;
- die Erweiterung des Fokus staatlicher Forschung von Dienstleistungs-, Prüf- und Routinetätigkeiten auf die Erzeugung neuer Technik und die Etablierung neuer Forschungsfronten;
- die staatliche Programmsteuerung und Kontrolle der Forschung;

2 Zur Theorie der Ausdifferenzierung siehe Stichweh 1984; zur Entstehung und Entwicklung der Großforschung siehe Cartellieri 1967/69; Weinberg 1970; Lundgreen et al. 1986; Hohn/Schimank 1990: Kap. 7; zur Entstehung der F&T-Politik in den USA und Deutschland siehe Greenberg 1967; Herbig 1976; Ludwig 1979; Mehrtens/Richter 1980; Radkau 1983; McDougall 1985a; Weyer 1985; Kevles 1987.

- schließlich der wachsende Anspruch des Staates, über die Großforschungseinrichtungen die Wissenschafts- und Technikentwicklung aktiv zu gestalten und programmatische Ziele vorzugeben, die nicht deckungsgleich mit den wissenschaftsintern generierten Forschungsfronten sein müssen.

Die Intervention des Staates in die Wissenschaft wurde in beiden zitierten Fällen mit einer Ernstfall-Situation begründet, in der es aus übergeordneten politischen Gründen legitim erschien, die klassischen Selbststeuerungsmechanismen der Wissenschaft - zeitweise, wie die amerikanischen Atomphysiker zunächst glaubten - außer Kraft zu setzen.³ Im deutschen Fall waren es die Versailler Verträge, deren Bestimmungen einer konventionellen Wiederaufrüstung in Deutschland im Wege standen und daher ein Forschungsprogramm zur Entwicklung von waffentechnischen Alternativen zur Artillerie und zum Kampfflugzeug politisch attraktiv machten; im amerikanischen Fall war es die Angst vor der deutschen Bombe, die den Ernstfall begründete, aus dem heraus das Manhattan-Project und mit ihm der staatlich geförderte und forcierte Wettlauf um die technologische Vorherrschaft entstand. Als mit Kriegsende der äußere Anlaß entfiel, durch den die Indienstnahme der Wissenschaft für militärische Zwecke ursprünglich gerechtfertigt worden war, hatten die geschaffenen Organisationen sowohl auf Seiten der Politik als auch auf Seiten der Großforschung bereits eine über den begrenzten Gründungsauftrag hinausgehende Eigendynamik entwickelt. Das Eigeninteresse eines Teils der Forscher, ihre hochspezialisierte Tätigkeit fortführen und unter Sonderbedingungen arbeiten zu können, koppelte sich mit dem Eigeninteresse der Politik, die geschaffene Domäne und den damit gewonnenen neuartigen Einfluß auf die Wissenschaft zu erhalten. *Dies führte zur dauerhaften Etablierung eines separaten Politikfeldes staatlicher F&T-Politik wie auch der Großforschung als eines komplementär auf den staatlichen Akteur bezogenen eigenständigen Sektors des Wissenschaftssystems.* Der Zweite Weltkrieg kann also - folgt man McDougalls Interpretation - als die entscheidende Wende zur "gesteuerten Forschung (command R&D)" (1985a: 6) betrachtet werden.

Diese knappe Skizze der Genese staatlicher F&T-Politik belegt ihren genuin politischen Charakter: Forschungspolitik war in ihren Ursprüngen primär (militär-)politisch motiviert, und ihre Effizienzkriterien waren politische und/oder militärische. Die Frage nach dem *ökonomischen Nutzen* staatlich kontrollierter Forschung stellte sich erst im dem Moment, als die ursprüngliche Legitimation fragwürdig wurde und neue Rechtfertigungen für die Fortsetzung ehemals militärischer Forschung auch unter geänderten politischen Verhältnissen gefunden werden mußten. Der Kalte Krieg als eine Fortsetzung des Ernstfalls auch ohne offene Kriegshandlungen war ein wesentlicher Motor zur Aufrechterhaltung der im Krieg geschaffenen Kapazitäten der Militärforschung. Daneben lassen sich jedoch zwei weitere Strategien erkennen: Zum einen wurden nach 1945 sowohl für die Nuklear- als auch für die Raketentechnik zivile Anwendungsfelder definiert, die eine Kontinuierung der Forschung in dem Umfang und in den institutionellen Arran-

3 vgl. Herbig 1976: 313-324; Jungk 1964/1985: 206-239; McDougall 1985a: 83

gements versprochen, die vor 1945 bestanden hatten. Die Entwicklung ziviler Techniken war für die beteiligten Forscher und ihr "durch die Atomwaffen erschüttertes Gewissen" nicht nur eine wichtige "psychische Entlastung"; faktisch diente die zivile Forschung in den Bereichen Atom- und Raketentechnik auch der "Stabilisierung" (Radkau 1986: 28) der entsprechenden militärischen Forschung. Wichtiger Effekt dieser *zivilen Ersatz-Strategie* war die Entkopplung staatlich geförderter Großtechnikprojekte von ihrer ursprünglichen militärischen Legitimation, wodurch eine Fortsetzung der im Krieg geschaffenen institutionellen Arrangements auch in Friedenszeiten gerechtfertigt werden konnte. Die hohe Bedeutung politischer Ziele für die Dynamik von Großtechnik sowie die - zusehends auch auf 'private' Techniken übergreifende - *Wettlaufpsychose* haben hier ihren Ursprung (vgl. McDougall 1985a; Rip 1990).

Zum anderen wurde sowohl in den USA als auch in der Bundesrepublik die *Legende vom zivilen Nutzen militärischer Technik* (aber auch die Legende vom ökonomischen Nutzen der zivilen 'Ersatz'-Techniken) erfunden. Als nach dem Vietnam-Krieg erstmals eine intensive Diskussion über die negativen Effekte der Militärausgaben auf die Ökonomie und auf den technischen Fortschritt einsetzte und zugleich die Mammutprogramme der NASA unter Rechtfertigungsdruck gerieten, entstand das Spin-off-Modell, demzufolge die durch militärische Forschung geschaffene "Technik auch in Anwendungen transformiert werden kann, die für die kommerzielle Industrie von Nutzen sind" (Tirman 1984: 17) und Militärausgaben somit einen indirekten Ausstrahlungseffekt auf die Volkswirtschaft besitzen.

Die Spin-off-Behauptung hält einer wissenschaftlichen Überprüfung nicht Stand. Nachweislich findet eher ein Spin-in, d.h. ein Transfer ziviler Techniken in militärische Anwendungsfelder statt; ähnlich verhält es sich im Falle der Raumfahrt. Zwar ist unbestreitbar, daß die militärische Forschung technikerzeugend und innovativ ist; nur lassen sich die hier generierten Produkte in der Regel nicht in andere Bereiche transferieren, zu unterschiedlich sind die Spezifikationen des zivilen und des militärischen Sektors.⁴ Die Beharrlichkeit, mit der die Spin-off-These trotz aller Widerlegungen immer wieder vorgebracht wird, legt die Vermutung nahe, sie als argumentatives Instrument zur Legitimierung staatlicher F&T-Politik aufzufassen. Ausgangspunkt ist die Feststellung, daß politische Interventionen in den Prozeß der Wissenschafts- und Technikentwicklung, die andere Prioritäten als Wissenschaft und Wirtschaft zu setzen beanspruchen und die systeminternen Selbststeuerungsmechanismen in Frage stellen, einen hohen Begründungsaufwand erfordern. Die industrie- und technologiepolitische Rechtfertigung von F&T-Politik erweist sich daher als ein geeignetes Mittel, Legitimität für eine Politik zu erzeugen, die politische, d.h. nicht notwendigerweise ökonomie- oder wissenschafts-kompatible Ziele verfolgt und nur durch konsensstiftende Zusatz-Begründungen Akzeptanz erzeugen kann. Die ökonomische Begründung staatlicher F&T-Politik ist nach dieser Interpretation nichts anderes als *politische*

4 vgl. Tirman 1984; Ziviler Nutzen 1985; Schulte-Hillen 1989; Glismann/Horn 1988 sowie die Beiträge von Schmoch, Schrader und Krück in: Weyer 1993c

Rhetorik. Dies erklärt zugleich die geringe Wirkung einer Argumentation, die die politische Wirklichkeit am normativen Postulat der ökonomischen Vernunft mißt.⁵ Die tieferliegende Begründung von F&T-Politik ist nicht in altruistischen Motiven, sondern in systemspezifischen Handlungslogiken und organisationspezifischen Interessen des Domänenerhalts durch Umweltkontrolle zu sehen (vgl. Kap. 1.5).

Aus der hier entwickelten These des *politischen Charakters von F&T-Politik* läßt sich die Vermutung ableiten, daß eine Reihe von Problemen der Technikkontrolle, mit denen die heutige Gesellschaft konfrontiert ist, ihre Ursache in der spezifischen Genese von F&T-Politik im Rahmen von Militärtechnik-Projekten hat. Die nahezu alle nationalen F&T-Politiken prägende Akzentsetzung auf komplexe Großtechnologien, für die kein privater Markt besteht, der Ernstfall- und Wettlauf-Mythos, durch den beständig die Erzeugung neuer Techniken erzwungen wird, sowie die staatlicherseits betriebene Beschleunigung der Entscheidungen sind Faktoren, die - folgt man Radkaus Interpretation - zu einer Deformierung der Technikentwicklung führen; durch den künstlich erzeugten 'cultural lag' wird zudem die Gesellschaft permanent damit konfrontiert, daß Alternativenentscheidungen getroffen (oder zumindest präformiert) sind, bevor sich die Gesellschaft über eine sozialverträgliche Gestaltung der Technik hat verständigen können. Auf diese Weise wird die Gesellschaft unablässig mit Problemen konfrontiert, für deren soziale Verarbeitung sie mehr Zeit benötigte, als die akzelerierende technische Entwicklung ihr läßt. Schließlich bedeutet der Transfer von Techniken, die für militärische Anwendungen konzipiert wurden, in den zivilen Sektor eine schrittweise Unterwerfung des Alltags unter die (in den Techniken enthaltenen) Entwürfe von Sozialität, die aufgrund ihrer Genese im Bereich der Militärtechnik eine spezifische Ausprägung besitzen und so andere Alternativen verdrängen.⁶

Angesichts dieser Diagnose, deren Plausibilität hier nicht im Einzelnen geprüft werden soll, wäre ein Ausstieg aus der staatlichen F&T-Politik eine denkbare Option, die zugleich allerdings auch jeden Ansatzpunkt für eine alternative F&T-Politik zunichte machen würde. Die hierin liegende Problematik wird von vielen Autoren übersehen. Lediglich Radkau hat einen Versuch unternommen, die Kritik an der etablierten Praxis der F&T-Politik mit einem Alternativ-Konzept zu verknüpfen, das die Forderung nach einem Rückzug des Staates aus der Technikentwicklung zu vermeiden versucht. Radkau akzeptiert eine politische Begründung von F&T-Politik, statt diese an inkompatiblen Fremd-Maßstäben zu messen, plädiert jedoch für eine "Langsamkeit" (1989b: 1) der Technikentwicklung als Alternative zur künstlichen und in ihren Wirkungen kontraproduktiven Beschleunigung. Auf diese Weise entwirft er ein Konzept aktiver staatlicher Technikgestaltung, die Alternativen erhalten bzw. schaffen soll. Der Staat ist demnach zum

5 Kritische Analysen der F&T-Politik tragen zudem oft ambivalente Züge, wenn sie einerseits beklagen, daß nach politischen Kalkülen statt nach Kriterien der ökonomischen Effizienz entschieden wurde, andererseits aber die Ausrichtung der F&T-Politik an Industrieinteressen statt am gesamtgesellschaftlichen Wohl anprangern; vgl. Kitschelt 1980: 125; Keck 1985: 334; Ahrweiler 1986.

6 vgl. Radkau 1983: 260f., 473; 1989a: 342; 1989b; Brödner et al. 1982; Keil-Slawik 1985: 32; Gorny 1985: 108

Eingreifen verpflichtet, weil die "industrielle Selbstkontrolle" (Radkau 1983: 466) nicht das von der neoliberalen Position unterstellte "höhere Niveau an Rationalität" (S. 468) zu produzieren in der Lage ist und insbesondere bedenkliche Sicherheitsrisiken hervorrufen würde. Eine Verlangsamung des Entwicklungstempos neuer Technologien bei gleichzeitiger Wahrung einer aktiven Rolle des Staates brächte dagegen den Vorteil, daß man verschiedene Alternativen experimentell erproben könnte, bevor weitreichende technologiepolitische Entscheidungen gefällt werden. Wenn jedoch aufgrund von Zeitdruck keine Möglichkeit besteht, "mit Alternativen zu experimentieren" (Radkau 1983: 469) und beispielsweise "unterschiedliche Reaktorkonzepte zu erproben" (Radkau 1989a: 341), müssen notwendigerweise Entscheidungen fallen, die, unter gesamtgesellschaftlichen Gesichtspunkten betrachtet, nicht rational sind und unvermeidbare Risiken produzieren.

Diese Position führt zwar aus dem Dilemma der neoliberalen Kritik heraus, lediglich die Bedeutungslosigkeit der F&T-Politik darstellen, aber keine positiven Orientierungen angeben zu können. Allerdings bleibt in dieser von Radkau vertretenen Argumentation offen, wie die Kritik am "Konservatismus ... der nuklearen Großtechnik" (1989a: 350) mit der Forderung nach Langsamkeit zu vereinbaren ist, vor allem aber, wie die Kritik an der mangelnden Experimentierfreudigkeit der Atomtechnik und der daraus resultierenden Blockade von Alternativen mit dem Hinweis zu vereinbaren ist, daß die experimentelle Methode "in der Kerntechnik sehr gefährlich werden (kann): Irrtümer größeren Ausmaßes kann man sich nicht leisten..." (Radkau 1983: 471). Die beiden Argumente passen offensichtlich nicht reibungslos zusammen: Entweder man betreibt eine Politik der Langsamkeit, die neue Perspektiven vorsichtig-verhalten und abwartend angeht und damit das Risiko der vorzeitigen Festlegung auf die falsche Alternative vermeidet, zugleich aber Gefahr läuft, durch mangelnde Experimentierfreude Alternativen zu verschütten. Oder aber man betreibt eine experimentelle Politik der Generierung verschiedener technischer Alternativen, wobei man nicht nur das Risiko von Fehlschlägen (mit den im Falle der Kerntechnik bekannten Konsequenzen) eingeht, sondern zugleich das Postulat der Langsamkeit verletzt; denn der Wissenserwerb durch kontrollierte Experimente bedeutet immer eine Akzeleration der Entwicklung (vgl. Krohn/Weyer 1989). Weder 'Langsamkeit' noch 'Experiment' bieten also einen grundsätzlichen Ausweg aus dem Dilemma, daß für die Entscheidung zwischen politischen Optionen keine Meta-Kriterien zur Verfügung stehen und das *Risiko des Irrtums* daher nicht ausgeschlossen werden kann.

Eine Politik des Offenhaltens von Alternativen, wie sie von Häfele (1975), Wildavsky (1984), z.T. aber auch von Radkau vertreten wird, steht zudem vor dem Dilemma, daß sie den Akteur benennen müßte, der so selbstlos handelt, daß er gegen eigene Nützlichkeitskalküle verstößt, indem er Optionen für andere offenhält; eine solche Position verletzt zugleich das Optimierungsgebot, das zumindest in der Außendarstellung von Politik enthalten ist. Wenn die Regierung eines Landes nach sorgfältiger Abwägung aller bekannten Tatsachen und unter Berücksichtigung unterschiedlichster Alternativen zu dem Ergebnis gelangt, daß im Laufe der nächsten zehn Jahre alle Kernkraftwerke stillgelegt werden müssen und statt dessen der Ausbau alternativer Energien forciert werden muß, gibt es keinen plausiblen Grund, wieso diese Regierung die Kernkraft (z.B. durch den Wei-

terbetrieb der fortgeschrittensten und sichersten der bestehenden Anlagen) als Alternative offenhalten sollte. Hinzu kommt das *Paradox der Erhöhung der Risiken durch eine experimentelle Optionenpolitik*, die das epistemische Risiko des Nicht-Wissen-Könnens durch die bewußte Inkaufnahme manifester Risiken zu kompensieren sucht. Es bedürfte also einer Meta-Rationalität, damit Politiker die knappen Ressourcen, die ihnen für die Realisation ihrer Programme und damit auch für den Nachweis erfolgreicher Politik zur Verfügung stehen, im Sinne einer Optionenpolitik breit streuen. Aber auch dann, wenn es gelingt, Politiker zum selbstlosen und gesamtgesellschaftlich 'nützlichen' Verhalten zu bewegen, läßt sich das Risiko nicht umgehen, daß ihre Entscheidungen falsch sein können, weil sie entweder Optionen am Leben erhalten, die sich als gefährlich erweisen, oder aber die Umsetzung der optimalen Option nicht zügig genug betreiben, da sie zugleich Alternativen offenhalten müssen. Ex post wird sich ein solcher Entscheidungsprozeß immer als irrational rekonstruieren lassen. Selbst eine Koordination der systemischen Teilrationalitäten im Sinne Willkes führt nicht aus dem Entscheidungsdilemma heraus, daß Entscheidungen Selektionen sind, die das Risiko der Wahl der falschen Option nicht ausschließen können.

Die in diesem Abschnitt vorgenommene *Rekonstruktion von F&T-Politik als Politik*, d.h. als eines Handlungsbereichs, der politischen Kalkülen und einer politischen Rationalität unterliegt, hat eine Reihe von Konsequenzen für die soziologische Analyse von Technikentwicklung:

1. Die Dynamik staatlich betriebener Technikprojekte ist nur dann adäquat zu verstehen, wenn man die - für 'externe' Argumente nur bedingt zugängliche - politische Logik staatlichen Handelns berücksichtigt. Dies belegt auch der Rückblick auf die Genese dieses Politikfeldes und der gängigen Legitimationsmuster für staatliche F&T-Politik.
2. In Aushandlungsprozessen spielen Begründungszusammenhänge volkswirtschaftlicher, wissenschaftlich-technologischer oder ökologischer Art zwar eine wesentliche Rolle; rhetorische Floskeln eines instrumentellen Nutzens der Technologiepolitik für andere gesellschaftliche Bereiche haben jedoch primär symbolischen Charakter. Sie sind Indizien eines sozialen Interaktionsprozesses zwischen dem politischen System und anderen Teilsystemen der Gesellschaft.
3. Aus dem Dilemma der permanenten Überforderung der Gesellschaft durch den technischen Fortschritt gibt es keinen Ausweg, der das Risiko der (möglicherweise falschen) Entscheidung zwischen unterschiedlichen technischen und politischen Optionen umgeht. Traditionelle Vorstellungen der Planung und Steuerung gesellschaftlicher Entwicklung liefern nur scheinbar eine Alternative. Hierarchische, sequentielle oder interventionistische Konzepte bieten nicht nur keine adäquate Beschreibung der Komplexität moderner Gesellschaften; sie führen notwendigerweise auch zu einem falschen Verständnis von Technikentwicklung.

Die These des politischen Charakters von F&T-Politik unterstellt daher ein systemtheoretisches Konzept funktional differenzierter Gesellschaften mit systemspezifischen Steuerungsmodi und Rationalitäten und versucht, von dieser erweiterten theoretischen Perspektive aus das Problem der Technikentwicklung und -kontrolle neu zu formulieren.

1.5 Forschungs- und Technologiepolitik in systemtheoretischer Perspektive

Die sowohl in tagespolitischen Debatten als auch in analytischen Studien zur F&T-Politik vertretene Auffassung, daß die moderne Technik mit den zur Verfügung stehenden politischen Mitteln kaum noch zu bändigen ist, sondern eine schwer durchschaubare Eigendynamik gewonnen hat, läßt sich auf ein problematisches Verständnis von Technikkontrolle beziehen. Wie die vorangegangenen Kapitel gezeigt haben, besteht der zentrale Fehler vieler Analysen in der Unterstellung von Meta-Kriterien der gesellschaftlichen Rationalität, ökonomischen Funktionalität und ökologischen Optimalität von Technik, an denen sich der reale soziale Prozeß der Technikentwicklung zu messen hat. Wenn jedoch die Akteure, die Technikentwicklung betreiben, nicht mehr durch normativ postulierte Meta-Rationalitäten zu beeindrucken sind, und *der Staat die ihm zugeschriebene Rolle des ideellen Gesamtplaners von Technikentwicklung nicht spielt*, entfällt konsequenterweise jede Möglichkeit, Technik von einer zentralen Ebene aus zu gestalten und zu kontrollieren. Alle Versuche, die Rationalität eines Teilsystems zu verabsolutieren und als Instrument zur Meta-Steuerung des gesamtgesellschaftlichen Prozesses der Technikentwicklung zu empfehlen, müssen folglich scheitern.

Beschreibt man mit Luhmann und Willke moderne Gesellschaften als funktional differenzierte Strukturen, die über keine Steuerungszentrale verfügen und in denen "der Staat nicht mehr die Spitze einer hierarchisch geordneten Gesellschaft, sondern nur noch ein Teilsystem neben anderen" (Willke 1984: 29) ist, so stellt sich die Frage, an welche gesellschaftliche Institution die Forderung nach gesamtgesellschaftlich rationaler Techniksteuerung adressiert werden kann. Willke postuliert etwa, daß "Gesellschaftssteuerung notwendig (bleibt), weil die bloße Selbststeuerung der spezialisierten Teile die Entwicklungsbedingungen des Ganzen vernachlässigt und gerade dies unter gegenwärtigen Voraussetzungen nicht mehr tragbare Folgekosten und Folgeprobleme nach sich ziehen würde" (S. 47). Diese Forderung läßt sich zweifellos auch auf Probleme der Technikkontrolle anwenden; sie provoziert vor dem Hintergrund eines polyzentrischen Gesellschaftsmodells allerdings den Einwand, daß es keinen Zentralakteur gibt, an den dieses Anliegen herangetragen werden könnte, das traditionellerweise an 'den Staat' als die Instanz adressiert wurde, welche die gesamte Gesellschaft repräsentiert. Auch eine Konzeption, die den Staat zwar nicht mehr an der Spitze einer hierarchischen Gesellschaft verortet, ihm aber durch das Steuerungsmedium 'Recht' die Möglichkeit zur Konditionierung der Selbststeuerung anderer sozialer Systeme und damit zur Kontrolle des gesellschaftlichen Abstimmungsprozesses zuweist, geht das Risiko ein, den Staat wieder in das Zentrum zu rücken, aus dem Willke ihn - zu Recht - entfernt hat (vgl. Stucke 1989: 1; Teubner 1989: 104). So begreift Willke das Recht einerseits als "Form der Codierung politischer Macht" (1987b: 9), d.h. als systeminternes Medium des Teilsystems Politik, schreibt ihm zugleich aber Funktionen im intersystemischen Kommunikationsprozeß zu, wenn er "Recht als Form des Prozessierens gesellschaftlicher Widersprüche" (S. 24) auffaßt. Dabei bleibt offen, wieso Willke das Recht mit dieser Doppelfunktion versieht und dadurch einem systemspezifischen Steuerungsmedium die Fähigkeit zur Steuerung des gesamtgesellschaftlichen Prozesses zutraut (bzw. zumutet).

Selbst wenn man Willkes Annahme akzeptiert, daß die Politik mittels des ihr zur Verfügung stehenden Instruments 'Recht' zu einer "sozietaalen Steuerung" (1987b: 24) in der Lage sei, stellt sich die Frage, woraus sich die Hoffnung speist, daß das Teilsystem Politik die ihm zustehenden Eingriffsmöglichkeiten im Sinne übergeordneter gesellschaftlicher Zielsetzungen (z.B. Sicherung des Überlebens der Menschheit) und nicht im Sinne partikularer, systemspezifischer Interessen nutzt. Wenn *Politik ein soziales Teilsystem neben anderen* mit einer spezifischen internen Logik ist, dann muß zunächst davon ausgegangen werden, daß politisches Handeln primär der systemeigenen Logik folgt und lediglich über die Umweltkontakte des Systems und die hierüber sich ergebenden konditionierenden Impulse beeinflußt werden kann. Eine selbstlose, altruistische Politik des Staates ist aus dem von Willke entworfenen Gesellschaftsmodell nicht ableitbar, allenfalls eine aus Verhandlungsprozessen sich ergebende Anpassungs- bzw. Kooperationsbereitschaft.

Der Dissens mit Willke bezieht sich also auf die Frage, ob es eine Ebene von Gesellschaftsteuerung geben kann, die 'oberhalb' der sozialen Teilsysteme zu verorten wäre und von der aus eine kollektive Gesamtrationalität (im Habermaschen Sinne) entwickelt werden könnte, die die Risiken der partikularistischen Teil-Rationalitäten zu bewältigen in der Lage ist. Grundsätzlicher Konsens herrscht hingegen hinsichtlich der Idee, daß auch in *polyzentrischen Gesellschaften* mit funktional ausdifferenzierten Teilsystemen *Intersystemkommunikation* nicht nur möglich ist, sondern - in Abgrenzung von Luhmann - auch einen hohen Stellenwert besitzt, dem die soziologische Analyse gerecht werden muß. Luhmann verneint zwar zu Recht die Möglichkeit interventionistischer Steuerung sozialer Systeme durch ihre Umwelt, übersieht bzw. unterbewertet aber durch seine Fixierung auf die Nicht-Antastbarkeit des System-Codes (die ebenfalls unbestritten bleiben soll) das Repertoire, die Varietät und die Bedeutung sozialer Interaktion auf Intersystemebene.

Eine hermetische Konzeption sozialer Systeme, wie Luhmann (1988; 1990) sie vertritt, liefert keine hinreichende Beschreibung der empirischen Komplexität moderner Gesellschaften. Die Ausblendung der Prozesse der Intersystemkommunikation hat zur Folge, daß die Systemtheorie sich für die Analyse von Realprozessen nicht fein genug operationalisieren läßt. Will man dennoch nicht auf den analytischen Gewinn verzichten, der sich durch die systemtheoretische Perspektive ergibt, so bietet sich als ein alternativer Ansatzpunkt das von Willke entwickelte *Modell der dezentralen Kontextsteuerung* an. Dieses Konzept legt den Akzent auf die Beschreibung der Interaktionen zwischen verschiedenen sozialen Systemen und fragt danach, wie die in solchen Interaktionsprozessen aufeinandertreffenden unterschiedlichen Systemperspektiven miteinander vermittelt werden können (vgl. Willke 1984). Willkes Modell unterstellt ein Funktionieren von Intersystemkommunikation und betont zudem gegen Luhmann, der lediglich den höchst seltenen und in der Wahrscheinlichkeit seines Eintretens nicht beeinflussbaren Fall struktureller Kopplung akzeptiert, den strategischen Charakter intersystemischer Kontextsteuerung.

Im folgenden soll der Vermutung nachgegangen werden, daß die Anwendung dieses Ansatzes auf Fragestellungen der F&T-Politik wichtige analytische Perspektiven eröffnet, die allerdings nur durch die Einbeziehung der Akteurdimension voll genutzt werden können. Ausgangspunkt ist die Binnendifferenzierung des politischen Systems in eine Vielzahl von Organisationen, die spezifische Formen des System-Umweltkontakts von Politik darstellen. Um den Deduktionismus des Ausdifferenzierungskonzepts zu vermeiden und eine teilnehmerzentrierte Perspektive einnehmen zu können, wird in Anlehnung an Krohn/Küppers (1989) die Unterscheidung zwischen der Systemebene und der Handlungsebene eingeführt. F&T-Politik konstituiert sich damit über das Handeln von Akteuren in Organisationen des politischen Systems, die wissenschaftliche Ressourcen mit der Absicht mobilisieren, beeinflussen oder lenken, auf diese Weise politisch verwertbare Effekte zu erzielen. Die mit diesem Handeln verfolgten Motive können in einem sozialen System, dessen "Kommunikationsmedium Macht" (Luhmann 1984: 626) ist, nicht auf der Ebene der wissenschaftlichen Erkenntnisse gesucht werden; die Aufgabe, diese zu erzeugen und zu selektieren, fällt ausschließlich dem Wissenschaftssystem zu. Politisches Handeln ist um den "Code der amtsförmigen Ausübung politischer Gewalt" (Luhmann 1986: 173) zentriert. Auch Forschungspolitik muß also, um als Politik identifizierbar zu sein und als politisches Handeln anschlussfähig zu bleiben, die Orientierung auf das Medium Macht besitzen und ihren Erfolg über den Code Amtsinhaber/Nicht-Amtsinhaber messen lassen. "Forschungspolitik bleibt Politik." (Luhmann 1990: 639)

Luhmann schlägt vor, "die Beziehung (eines Funktionssystems, J.W.) an der Gesellschaft *Funktion*, die Beziehung auf die innergesellschaftliche Umwelt, besonders auf die anderen Funktionssysteme, also die Orientierung *in* der Gesellschaft *Leistung* und die Beziehung auf sich selbst ... *Reflexion*" (S. 635f., Herv. im Orig.) zu nennen. Die Funktion der Politik für die Gesellschaft besteht in der Produktion "kollektiv verbindlicher Entscheidungen" (Luhmann 1986: 169), d.h. in der Fähigkeit, Mehrheitsbeschlüsse bindend wirksam zu machen. Die funktionelle Autonomie des politischen Systems gegenüber anderen gesellschaftlichen Subsystemen besteht in der Exklusiv-Kompetenz für die Gestaltung sozialer Realität mittels des Mediums Macht, das über die "Leitdifferenz von Regierung und Opposition" (Willke 1989: 91) codiert ist. Die Besonderheit und Einmaligkeit dieser politischen Funktion ergibt sich durch einen Vergleich mit dem Wissenschaftssystem: Mehrheitsentscheidungen über die Gültigkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse wären dort undenkbar. Die Leistung, die die Politik in Form von "Outputs" an seine gesellschaftliche Umwelt abgibt, besteht in der Entwicklung politischer Normen (Gesetze, Verordnungen etc.), die im Falle gelingender "Inter-systemkommunikation" (Luhmann 1990: 637) in Operationen eines anderen Systems umgesetzt werden können (nicht müssen!). Reflexion schließlich ist die "Orientierung an der Identität des Systems", d.h. die "Bezeichnung ... des Systems durch das System selbst" (S. 482). Sie erfordert die Einnahme eines Beobachterstandpunkts, denn "die laufende autopoietische Produktion der Einheit des Systems durch Operationen des Systems ist nicht als solche schon Reflexion der Einheit des Systems" (S. 481).

Während Luhmann die Frage der systemischen Funktion von Reflexion nicht thematisiert, gibt Willkes Hinweis auf den Umweltbezug von Systemen einen ersten Anhaltspunkt zur Klärung des Problems, welchen Stellenwert Reflexion für ein System besitzen kann. Für Willke bezeichnet Reflexion die "Fähigkeit ..., die eigenen Operationen an der eigenen Einheit zu orientieren" (Willke 1989: 121) und die "Wirkungen der eigenen Identität in der Umwelt (einschließlich der *besonders relevanten Rückwirkungen dieser Wirkungen* auf das System selbst)" (S. 123, Herv. J. W.) zu beobachten. Reflexion als 'intelligente Weiterentwicklung' von Selbstreferenz ist also die durch Beobachtung der System-Umwelt-Differenz sowie der eigenen Umweltwirkungen erworbene Fähigkeit, über das eigene Handeln kontrolliert und rationell zu verfügen, wobei als Fokus nur das von "gesellschaftlichen Akteuren" formulierte "Eigeninteresse" (S. 123) dienen kann.¹

Reflexion läßt sich als einzige der drei Luhmannschen Kategorien also nicht systemisch, sondern nur akteurspezifisch bestimmen. Zudem verweist die Willkesche Interpretation auf den *strategischen Charakter* des in Reflexion enthaltenen Umweltbezugs; denn die "Berücksichtigung der Folgen des eigenen Handelns für andere Systeme" entspringt keineswegs einer "altruistischen Orientierung" (Willke 1987a: 74). Sie stellt vielmehr "eine nur kompliziertere Form des Egoismus" dar, der die Folgen eigenes Handelns nur deshalb einkalkuliert, weil "diese Folgen als Reaktionen der Umweltsysteme auf das fokale System zurückschlagen" (ebd.). Was hier bei Willke als Konfliktvermeidungsstrategie erscheint, läßt sich jedoch offensiver formulieren, wenn man berücksichtigt, daß das politische System nicht als ganzes, sondern nur über Teilakteure mit seiner Umwelt interagiert, die verschiedenartige Umweltbezüge aktivieren und daher auch unterschiedliche Rückwirkungen erzeugen können.

Auf das strategische Potential, das in dieser Pluralität von Umwelt-Kontakten liegt, weisen Krohn/Küppers hin, denen zufolge Wissenschaftler "in die Umwelt hinein (handeln), um die Bedingungen der Fortsetzbarkeit ihrer Forschungsarbeiten zu sichern" (1989: 71). Übertragen auf das System Politik bedeutet dies, daß unterschiedliche Akteurguppen, zwischen denen innersystemische "Konkurrenzverhältnisse" (Luhmann 1990: 636) bestehen, verschiedene Formen des Umwelt-Bezuges etablieren, um die Fortsetzbarkeit ihrer spezifischen politischen Operationen zu ermöglichen. Die Ressortenteilung der Regierungen ist ein grobes Indiz für diesen Sachverhalt. Das besondere Charakteristikum der F&T-Politik besteht demnach in der *Konstruktion von Rückkopplungsschleifen mit der wissenschaftlichen Umwelt als Mittel zur Stabilisierung von Domänen im politischen System*. Da auch die Umwelt des politischen Systems nicht aus kollektiv handlungsfähigen Systemen besteht, sondern aus (in Systemen verorteten) Akteurguppen und Organisationen², kann Intersystemkommunikation sich nur "über Inter-Organisations-Kommunikation" (Teubner 1989: 103) realisieren. Die konkreten Resultate dieses Prozesses, etwa in Form des zwischen Großforschung, großtechnikproduzie-

1 Luhmann verwahrt sich dezidiert gegen diese Interpretation; vgl. 1990: 483, 539f.

2 In der empirischen Realität handeln nicht analytisch 'reine' Systeme, sondern Akteure und Akteurguppen; vgl. Schimank 1988, 1992; Teubner 1989.

render Industrie und BMFT hergestellten "Interessenkonsenses" (Schimank 1992), kann nur die empirisch-historische Forschung herausarbeiten und darstellen.

Nur scheinbar wird die Systemreferenz durch diese akteur- und organisationsorientierten Überlegungen zu einem verzichtbaren Relikt. Sie schärft vielmehr den Blick dafür, daß F&T-Politik es mit zwei Formen von Umwelten zu tun hat. Die eine ist die politiksystem-interne Umwelt, die für die rekursive Operationen der Forschungspolitik gleichermaßen 'extern' ist wie andere Umwelten. Innerhalb des Systems Politik wird zwar der gleiche Code benutzt (ein Beamter des BMFT kann in ein anderes Ministerium wechseln), es besteht jedoch ein innersystemisches Konkurrenzverhältnis zwischen verschiedenen Organisationen. Die zweite Umwelt besteht aus systemexternen gesellschaftlichen Gruppierungen und Organisationen, deren Operationen zwar anders codiert sind als die der Forschungspolitik, mit denen aber in Einzelfällen ein temporär stabiler Interessenkonsens durch inter-systemische Vernetzung hergestellt werden kann.

Die Verknüpfung beider Aspekte läßt sich mit der These herstellen, daß *Ressourcen, die über intersystemische Netzwerke mobilisiert werden, der entscheidende 'Hebel' zur Geltendmachung und Durchsetzung von Ansprüchen in innersystemischen Konkurrenzkämpfen sind*, welche sich in Domänenkonflikten manifestieren. Die Fähigkeit zur Organisation transsystemischer Kommunikation kommt demnach eine wichtige strategische Funktion zu, die mit der Luhmannschen Formel der "operativen und strukturellen Kopplungen" (1990: 639) nur unzureichend erfaßt wird.

Unter Rekurs auf die drei von Luhmann definierten Kategorien läßt sich Forschungspolitik in systemtheoretischer Perspektive also folgendermaßen interpretieren: Die Funktion der F&T-Politik besteht in der Produktion kollektiv verbindlicher Entscheidungen in einem Teilssektor von Politik, der seine Spezifik durch den Bezug auf die Umwelt 'wissenschaftliche Forschung' erhält, mit dieser jedoch nicht identisch ist. Diese Entscheidungen betreffen in erster Linie Forschungsprogramme, d.h. sie beinhalten politische Prioritäten der Forschungsplanung, die als Randbedingungen des Wissenschaftssystems fungieren. Die funktionelle Autonomie der F&T-Politik stellt sich über ihren Anspruch her, den von ihr reklamierten Zuständigkeitsbereich nach eigenen Kriterien zu gestalten und politischen Ordnungsstrukturen zu unterwerfen, die nicht aus der Logik der wissenschaftlichen Forschung abzuleiten sind, sondern genuin politischen Charakter haben. Die Autorität der Bundesregierung, die Förderung der wissenschaftlichen Forschung politisch zu codieren, ist Resultat einer gelungenen - und nur historisch nachvollziehbaren - Durchsetzung dieses Machtanspruchs gegenüber konkurrierenden Ansprüchen innerhalb der Gesellschaft. Die konkrete Gestalt ihrer Institutionalisierung in Form eines speziellen Ministeriums ist ebenfalls historisch kontingent, eröffnet jedoch spezifische Ausprägungen des System-Umwelt-Kontakts von Politik, die sich von konkurrierenden Institutionalisierungs-Konzepten abheben.

Auf der Grundlage der funktionellen Ausdifferenzierung und der dadurch ermöglichten Autonomie ist F&T-Politik in der Lage, spezifische Leistungen zu generieren, die von Akteuren in anderen sozialen Systemen genutzt werden können. Typisches Beispiel sind Forschungsprogramme, die Wissenschaftler an

Hochschulen oder Forschungsabteilungen von Industrieunternehmen mit finanziellen Ressourcen versorgen. Leistungsbeziehungen dieser Art entstehen nicht durch Zufall; sie werden vielmehr durch das "reflexive Interesse" (Schimank 1992: 261) der F&T-Politik geprägt, die Rückwirkungen aus der Umwelt so zu beeinflussen, daß sie einen maximalen Effekt für die Fortsetzung der eigenen Operationen und damit auch für den Domänenausbau innerhalb des eigenen Systems haben.

Eine Beurteilung des Erfolgs von F&T-Politik kann an jedem der drei Parameter ansetzen und wird daher auch zu unterschiedlichen Ergebnissen gelangen. Unter dem Funktions-Aspekt war die westdeutsche Forschungspolitik insofern erfolgreich, als die Ausdifferenzierung dieses Politikbereichs und seine Autonomisierung gegenüber Ländern und Selbstverwaltungseinrichtungen, d.h. gegenüber den traditionellen Instanzen der Forschungsförderung, gelungen ist. Unter dem Leistungs-Aspekt kann man mit Blick auf den stetig wachsenden Etat des Forschungsministeriums ebenfalls ein positives Ergebnis vermerken, wenn auch gefragt werden kann, ob diese Leistungen nicht deshalb sinnlos waren, weil sie in anderen Systemen nur wenige Anschlüsse erzeugen und nur geringe Effekte in wissenschaftlicher oder ökonomischer Hinsicht generierten. Eine solche Beurteilung setzt allerdings den Wechsel der Systemreferenz voraus und demonstriert vor allem in Verbindung mit dem dritten Aspekt, daß Effizienz-Beurteilungen von verschiedenen Standpunkten aus auch zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Denn der Parameter 'reflexives Interesse' zeigt, daß nur die spezifische Form der Leistungen (d.h. ihr Nutzen für einige Akteurgruppen und ihre Nutzlosigkeit für andere Akteurgruppen) die Wahrscheinlichkeit von Feedbacks aus der Umwelt erhöht und daher als Mittel zum Domänenausbau verwendet werden kann. Die Frage nach Erfolg oder Nicht-Erfolg von F&T-Politik muß also die Perspektive angeben, unter der die Beurteilung erfolgt.

F&T-Politik besitzt dieser Interpretation zufolge also sowohl einen über Leistungsbeziehungen realisierten *Nutzen für andere Akteure* als auch einen *Nutzen für sich selbst*, der am Parameter 'Domänenstabilisierung bzw. -ausbau' gemessen wird (vgl. Stucke 1993a). Für den politischen Akteur ist der "Hauptpunkt eines Entscheidungsprozesses die Entscheidung selbst", und der "politische Prozeß kann daher für ihn wichtiger sein als die Resultate (outcomes) der Politik" (March/Olsen 1984: 742). Das zentrale Problem der Selbstdarstellung von F&T-Politik besteht allerdings darin, daß eine Politik, die sich über den Nutzen für sich selbst ausweist und nicht über ihre Externalitäten, nur schwer legitimierbar ist. Es ist daher eine beliebte Strategie, die Durchsetzungschancen politischer Programme durch Umetikettierung und die Übernahme argumentativer Sequenzen anderer Mitspieler zu erhöhen, was als antizipative Anpassung an den Kontext und die unterstellten reflexiven Interessen der Co-Akteure interpretiert werden kann (vgl. Rundquist 1980; Windhoff-Héritier 1987; Schimank 1992). Dies bestätigt den instrumentellen Charakter des zwischen verschiedenen Akteurgruppen stattfindenden Sprachspiels, dessen symbolische Handlungen nicht mit realen Effekten zu verwechseln sind. Der Doppelcharakter des politischen Handelns verweist zugleich auf den großen Stellenwert intersystemischer Vernetzung, durch die Externalitäten ('Nutzen-für-andere') in Internalitäten ('Nutzen-für-sich') umgesetzt werden können.

Die hier vorgelegte Interpretation macht den staatlichen Akteur (z.B. das Bundesforschungsministerium) zu einem von mehreren gleichberechtigten Spielern im Politikfeld 'Forschung und Technik' und vermeidet damit die in f&t-politischen Studien häufig vorzufindende Fixierung auf den Staat als Schlüsselakteur.³ Damit entgeht sie zugleich der Verpflichtung, erklären zu müssen, aus welchen Gründen der Staat eine Politik betreiben sollte, die lediglich Gestaltung für andere ist und den politischen Akteuren selbst keine selektiven Vorteile bringt (vgl. Stucke 1989: 1). Eine konsequente *Gleichstellung des Systems Politik mit anderen gesellschaftlichen Teilsystemen*, die keine Rationalitätshierarchien zuläßt und den Organisationen in allen Systemen ein prinzipiell eigennütziges Verhalten unterstellt, ermöglicht zudem, die empirischen Befunde der oben diskutierten Fallstudien zu plausibilisieren. Dies gilt insbesondere für die konstatabare ökonomische Unvernunft der F&T-Politik. Die Forderung nach rationalen oder ökonomie-adäquaten Verfahren der Technikentwicklung läßt sich demnach als ein Bestandteil des intersystemischen Aushandlungsprozesses über Technikgestaltung, nicht aber ein über alle Partikularismen erhobener Meta-Maßstab begreifen. Alle Organisationen, die an Technikgestaltung beteiligt sind, bringen in diesen Prozeß ihre jeweiligen (Teil-)Rationalitäten ein und versuchen, durch die Konstruktion von Kontexten das Verhalten anderer Co-Akteure zu konditionieren. Appelle an die Vernunft des Staates (sei es die ökonomische, die ökologische, die weltmarktpolitische) sind insofern Indizien für Intersystemkommunikation über Technik.

Technikentwicklung vollzieht sich als inkrementaler Prozeß, der sich aus den Interaktionen (teil-)rational handelnder und strategisch planender Akteure in verschiedenen gesellschaftlichen Subsystemen ergibt und auf diese Weise eine Auswahl aus der Vielzahl denkbarer Lösungen vornimmt. Die 'Logik der Technik' kann demnach nicht auf die Rationalität eines der beteiligten Teilsysteme projiziert werden, sondern setzt sich aus einer Vielzahl sich wechselseitig eingrenzender Ansprüche und Erwartungen zusammen. Die konkrete Gestalt der Technik ist abhängig vom jeweiligen Einzelfall und läßt sich nur durch eine empirische Analyse der beteiligten Akteure, deren Strategien sowie des Verlaufs des Aushandlungsprozesses rekonstruieren.

Das Problem 'Technik außer Kontrolle' muß nunmehr in folgender Weise reformuliert werden: Wenn Technikentwicklung und Technikgestaltung in intersystemischen Diskursen stattfinden, in die unterschiedliche systemische und organisationale Rationalitäten der beteiligten Akteure einfließen, und wenn es kein privilegiertes soziales System im Sinne eines gesellschaftlichen Steuerungszentrums gibt, vollzieht sich *Technikentwicklung notwendigerweise außerhalb der Kontrolle partikularer Rationalitätsansprüche*, seien sie aus der Perspektive eines singulären Systems oder aus einer transzendentalen Meta-Perspektive eines 'Super-Beobachters' formuliert. Rationalisierungsforderungen sind daher als Versuche einzelner Akteure zu verstehen, ihre Umwelt unter Kontrolle zu bringen. Technikkontrolle reduziert sich damit auf die allen sozialen Akteuren offenstehende Möglichkeit, sich unter Nutzung der jeweils zur Verfügung stehenden Ressourcen in den inter-

3 Damit nähert sie sich dem "new political institutionalism", der die "relative Autonomie der Politik" (Kitschelt 1989: 55) betont; vgl. March/Olsen 1984: 738.

systemischen Aushandlungsprozeß einzuschalten und über Rationalisierungsforderungen die Kontextbedingungen anderer Akteure so zu gestalten, daß neue Kompromisse erforderlich werden.

Ein solches Konzept, in dem der Anspruch auf eine zentral organisierbare, konsensuelle, programmorientierte Kontrolle von Technikentwicklung nahezu verschwindet, scheint auf den ersten Blick ein nur sehr schwaches Instrument für eine zielorientierte Technikgestaltung und vor allem für die Entwicklung von Alternativen zu bieten. Es läßt sich jedoch nachweisen, daß auch der Versuch einer planvollen, rationalen Technikkontrolle letztlich nicht zu anderen Ergebnissen führen kann als das hier vorgestellte Konzept, das *Technikgestaltung als interaktiven Prozeß begreift und die Suche nach einer Meta-Rationalität aufgibt*. Ebenso wie die traditionelle, staatsfixierte Vorstellung der Steuerbarkeit der Gesellschaft muß nämlich auch die hiermit eng verwandte Vorstellung der Planbarkeit zukünftiger Entwicklungen zumindest in ihrer traditionellen, rationalistischen Variante revidiert werden.

Technikkontrolle kann sich folglich nur als ein wechselseitiger Anpassungsprozeß vollziehen, in dem die Beteiligten durch ihre kontextuell erzeugten Optionen und systemspezifischen Rationalisierungs- und Kontrollansprüche auf ihre soziale Umwelt einwirken. Die in diesem interaktiven Prozeß generierten Entscheidungen können notwendigerweise nicht rational im Sinne einer abstrakten Meta-Rationalität sein; zudem haftet ihnen wie allen Entscheidungen das Risiko des Irrtums an, das nicht durch Antizipation aufgehoben werden kann. Antizipative Technikfolgenabschätzungen (seien sie politischer, ökonomischer oder wissenschaftlicher Art) können zwar den Verlauf des Entscheidungsprozesses wesentlich beeinflussen, nicht aber das Resultat dieses Prozesses unfehlbar machen (vgl. Weyer 1993d).

1.6 Technikvisionen als soziale Kontrollstrategien

In den vorangegangenen Kapiteln wurde das Modell einer einheitlichen, gesamtgesellschaftlich realisierbaren Technikkontrolle dekomponiert und durch das Konzept der multizentrischen Gesellschaft ersetzt, in der unterschiedliche Akteure im technologiepolitischen Diskurs die Durchsetzbarkeit ihrer Partikular-Interessen dadurch zu erhöhen suchen, daß sie Netzwerke konstruieren und so Unterstützung aus ihrer sozialen Umwelt mobilisieren. In diesem Kapitel soll nun gezeigt werden, daß Technik eine wichtige Rolle in diesem Prozeß spielen kann, die dann erfassbar wird, wenn man den Blick von den technischen Produkten eines Aushandlungsprozesses auf die Bedingungen der Möglichkeit von Intersystemkommunikation lenkt. Diese neue Perspektive auf das Phänomen 'Technik' wird durch eine konsequente Anwendung des Konzepts der multizentrischen Gesellschaft geradezu erzwungen, da dieses neben der staatlichen F&T-Politik weitere autonome Spieler mit eigenständigen Interessen im Politikfeld 'Forschung und Technik' vorsieht. Angesichts der multiplen Egoismen tritt daher die Frage nach den Verfahren zur Herstellung von Konsens zwischen Akteurguppen mit unterschiedlichen (systemischen) Orientierungen in den Vordergrund. Denn nur über eine intersystemische Vernetzung lassen sich, wie oben bereits angedeutet, 'externe' Ressourcen mobilisieren und zur Erzeugung system-'interner' Innovationen einsetzen.

Als Arbeitshypothese, die durch die folgende Fallstudie überprüft und erhärtet werden soll, dient hier die Vermutung, daß *Technikvisionen als Mittel zur Inszenierung und Kontrolle intersystemischer Diskurse* eingesetzt werden können und damit einen möglichen Ansatzpunkt darstellen, mit dem moderne Gesellschaften das Problem der Inkompatibilität der systemspezifischen Sichtweisen zumindest partiell bewältigen. Voraussetzung für dieses Konzept ist ein *nicht-artefaktzentrierter Technikbegriff*, der die in technischen Projektionen enthaltenen sozialen Kontrollstrategien in den Mittelpunkt stellt und den Blick auf die sozialen Optionen der beteiligten Akteure lenkt. Demzufolge besteht die Erfindung einer Technik nicht nur aus der Konstruktion eines Artefakts, sondern beinhaltet darüber hinaus den Entwurf einer sozio-technischen Handlungsform. Technikentwürfe konstruieren soziale Realität, indem sie Hypothesen über die sozialen Interaktionen aufstellen, die durch die technische Erfindung ermöglicht bzw. ausgeschlossen werden.

Unter der Perspektive strategischen Handelns lassen sich Technikentwürfe also als ein Mittel zur Konstruktion von Anschlußmöglichkeiten im intersystemischen Diskurs verstehen.¹ Der Entwurf der Raumfähre Hermes wäre dann beispielsweise eine technische Erfindung, die nicht nur die technischen Konstruktionsdetails, sondern zugleich die zu ihrer Realisierung erforderlichen sozialen Arrangements (Stärkung der deutsch-französischen Achse in der Politik, Wiedereinstieg der Bundesrepublik in die Hyperschallforschung u.a.m.) beinhaltet. Technikentwürfe sind also Instrumente, die Strukturen sozialer Beziehungen entwerfen und soziale Dynamik in Gang setzen, die über die Konstruktion sozialer Netzwerke zum

1 vgl. Hughes 1979; 1987; MacKenzie 1987; Krohn/Küppers 1989; Weyer 1989

gesellschaftlichen Faktum werden können. Diese Interpretation setzt allerdings voraus, daß eine *generalisierte Anschlußfähigkeit von Technik* existiert und Akteure aus unterschiedlichen sozialen Systemen über Technik kommunizieren können, ohne ihre Systemreferenz aufgeben zu müssen. Für das Wissenschaftssystem ist die Befassung mit Technik Forschung, die in struktureller Hinsicht nicht von dem auf Theoriekonstruktion orientierten Forschungshandeln unterschieden werden kann; hier werden Erkenntnisse erzeugt, ob etwas funktioniert oder nicht, dort werden Erkenntnisse erzeugt, ob etwas richtig ist oder nicht (vgl. Krohn/Rammert 1985: 413). Das Wirtschaftssystem geht mit Technik aus einer gänzlich anderen Perspektive um, deren zentraler Fokus die gewinnbringende Produktion von Gütern ist; und das Politiksystem betrachtet Technik unter der Perspektive seiner machterzeugenden, machterhaltenden oder machterweiternden Funktion (vgl. Weyer 1991). Diese drei systemischen Interpretationen spiegeln die jeweilige "funktionale Logik" und die "je verschiedenen Handlungsstrategien" (Weingart 1982: 130) der drei Systeme; sie sind unterschiedliche Beschreibungen funktionaler Zusammenhänge, die im technischen Artefakt ihren Niederschlag finden, zugleich aber in dessen Vergegenständlichung unsichtbar werden (vgl. Joerges 1989). Diese Form der interpretativen Flexibilität macht es möglich, Technik aus unterschiedlichen Perspektiven zu betrachten und dennoch Konsens zu erzielen, daß man über 'dasselbe' Artefakt redet.

Die interpretativ flexible Struktur von Technik ermöglicht also wechselseitige Anschlußfähigkeit von Technikdiskursen in verschiedenen Teilsystemen der Gesellschaft. Das '*Reden über Technik*' ist eine der Möglichkeiten zur Erhöhung der Anschlußwahrscheinlichkeit von Informationen, die dem informationsabgebenden System zur Verfügung stehen, weil es auf diese Weise seine Probleme in einer Sprache reformulieren kann, die auch (für Akteure in Systemen) in seiner Umwelt kommunizierbar ist. Damit kommt zugleich der Kontrollaspekt wieder ins Spiel, denn soziale Akteure betreiben Kontextsteuerung nicht aus altruistischen Motiven, sondern wegen der Erwartung positiver Feedbacks aus ihrer Umwelt. Es kann hier nur als Hypothese formuliert werden, die sich an empirischen Fällen bewähren muß, daß die in Technikentwürfen enthaltenen sozialen Optionen eine differentielle Anschlußfähigkeit besitzen, die anderen Akteuren in sehr unterschiedlichem Maße Anknüpfungsmöglichkeiten eröffnen. Führen solche Versuche wechselseitiger Konditionierung zu einem stabilen sozialen Netzwerk sich gegenseitig mit argumentativen und legitimatorischen Ressourcen versorgender sozialer Gruppen, so lassen sich *Ansprüche auf Domänenenerweiterung* innerhalb der jeweiligen Systeme mit weit höherer Plausibilität vorbringen als ohne den Rückhalt in derartigen sozialen Allianzen.

Wenn im folgenden von Technik die Rede ist, sind immer die Technikbilder sowie die in sozio-technischen Konstrukten enthaltenen sozialen Projektionen und Kontrollstrategien gemeint und nicht die isolierte technische Hardware. Primärer Fokus der Analyse sind die sozialen Strategien der beteiligten Akteure, die Konstruktion von Netzwerken sowie der Ablauf der Entscheidungsverfahren. In all diesen Punkten spielen technische Artefakte nur eine marginale Rolle, und sie können auch nur dann in den sozialen Prozeß eingespeist werden, wenn sie von einem der beteiligten Akteure interpretiert, d.h. für den diskursiven Prozeß hand-

habbar gemacht worden sind (vgl. Weingart 1989). Verhandelt wird also immer über Technikbilder bzw. - wie Rammert (1989) es nennt - Nutzungskonzepte, nicht aber über technische Artefakte. Zwischen der 'Hardware' und den Technikbildern sowie den in ihnen repräsentierten sozialen Kontrollstrategien besteht nur ein loser, vermittelter Zusammenhang, der konkurrierende soziale Projektionen zulässt. Ob z.B. eine Raumfähre tatsächlich bis zur Einsatzreife entwickelt werden kann und dann ihren Zweck erfüllt, ist faktisch nahezu entkoppelt von der Frage, ob der Raumfahrtbehörde eine soziale Stabilisierung ihres institutionellen Entwurfs gelingt und ob eine Gesellschaft sich auf die Raumfahrttechnik als eine Form von Zukunftsgestaltung einläßt. Alleine die zeitliche Trennung der Einsatzreife des technischen Artefakts (im Falle der Raumfähre Hermes frühestens um das Jahr 2005) von den sozialen Aushandlungsprozessen zur Ingangsetzung des Programms (in den späten 1980er Jahren) macht diese Hypothese zumindest für den Fall von Großtechnik plausibel. Das Beispiel der NASA, die das Projekt der Raumstation Freedom Ende der 80er Jahre nur sehr halbherzig verfolgte, weil ihr Überleben in weit stärkerem Maße von der Plausibilisierung der Utopie 'Mars-Mission' als von der Fertigstellung der Raumstation abhing, mag als weitere Illustration dieses Sachverhalts dienen.

Technik kann nur in Form von Interpretationen bzw. von hypothetischen Konstruktionen über das Zusammenwirken von Mensch und Maschine zum Gegenstand sozialer Aushandlungsprozesse werden. Folglich sind technische Artefakte in dem Maße für soziale Strategien instrumentell verfügbar, wie sich die sozio-technischen Konstruktionen sozial stabilisieren lassen (vgl. Pinch/Bijker 1987). Entscheidungen über eine neue Technik sind nach diesem Konzept vor allem Entscheidungen über soziale Visionen und Strategien, nicht aber über die konkrete Gestalt von Artefakten. Programmatische Festlegungen der F&T-Politik bilden allenfalls Randbedingungen für die Ebene der institutionalisierten Technikonstruktion, und diese wiederum grenzen die Möglichkeiten der Gestaltung der technischen Artefakte ein. Da innerhalb der gesetzten Randbedingungen jedoch Spielräume bestehen, kann aus einer Entscheidung über eine Technikvision wenig über die konkrete Gestalt des technischen Artefakts, jedoch viel über die mit ihr selektierte soziale Kontrollstrategie abgelesen werden.

1.7 Zusammenfassung und Überblick über die Fallstudie

Die Analysen der vorangegangenen Kapitel haben zu einem Ergebnis geführt, das sich in folgenden Stichpunkten zusammenfassen läßt:

- a) Der Befund einer *Entkopplung* der staatlichen Forschungs- und Technologiepolitik von ökonomischen Rationalitätskalkülen wie auch vom wirtschaftlichen Erfolg der nationalen Industrien läßt sich nur adäquat begreifen, wenn man den politischen Charakter der F&T-Politik und die instrumentelle Funktion ihrer gesellschaftlichen Nutzenversprechungen berücksichtigt. Staatliches Handeln, das auf Technikonstruktion gerichtet ist, unterliegt politischen Kalkülen und einer politischen Rationalität, die sich durch andere Systemlogiken nur bedingt beeindrucken läßt (Kap. 1.2 bis 1.4).
- b) Für Entscheidungen über die Inangangsetzung neuer Technik gibt es keine rezeptartig verwendbaren Verfahren, wohl aber eine Reihe von - in die Zukunft verlängerbaren - Erfahrungen aus der Vergangenheit, die jedoch das Entscheidungsproblem allenfalls mildern, nicht aber ausräumen können. Der Entscheidung für Alternative A haftet damit ebenso wie der für Alternative B das *Risiko des Irrtums* an, das aus strukturellen Gründen nicht zu umgehen ist und jeden an der Entscheidung Beteiligten mit Verantwortung belastet (Kap. 1.4).
- c) Aufgrund der *symmetrischen Beziehungen* zwischen den sozialen Systemen verfügt keiner der beteiligten Akteure im Politikfeld 'Forschung und Technik' über strukturelle Privilegien, die sich aus systemischen Ressourcen herleiten lassen. Dies tangiert insbesondere die Rolle der staatlichen Organisationen, die nicht als privilegierte Spieler, sondern als gleichberechtigte Mitspieler mit genuin eigenen Interessen interpretiert und somit anderen sozialen Akteuren strukturell gleichgestellt werden. Aufgabe der empirischen Forschung ist es, die Entwicklung der Realstruktur eines Politikfeldes und ihrer faktischen Asymmetrien als einen Prozeß zu beschreiben, der auf die Interaktionen strukturell gleichgestellter Akteure und der von ihnen erzeugten Wechselwirkungen bezogen werden kann (Kap. 1.2 und 1.5).
- d) In einer multizentrischen Gesellschaft können nur Kommunikationen, die eine generalisierte Anschlußfähigkeit in mehreren sozialen Systemen besitzen, als Ansatzpunkte zur Konstruktion eines Interessenkonsenses zwischen verschiedenen Akteurguppen und zu dessen Stabilisierung in sozialen Netzwerken dienen. Die Konstruktion von Technikvisionen stellt einen möglichen Modus zur Etablierung von System-Umwelt-Beziehungen sowie zur strategischen Erzeugung von Feedback-Mechanismen dar, die die Erzeugung sozialer Innovationen ermöglichen. Das 'Reden über Technik' ist also ein Mittel zur *In-szenierung intersystemischer Diskurse*, deren Funktion es ist, selektiv nutzbare Ressourcen zur Geltendmachung und Durchsetzung sozialer Kontrollansprüche bzw. zur Stabilisierung von Domänen zu mobilisieren (Kap. 1.6).

Die folgende Fallstudie zur westdeutschen Raumfahrt in der Phase 1945 - 1965 wird einen Versuch unternehmen, auf der Basis der hier dargelegten Begriffe und Thesen die Entwicklung der westdeutschen Raumfahrt in ihren verschiedenen Etappen zu beschreiben, die technologiepolitischen Strategien der beteiligten

Akteure zu rekonstruieren und die kontextgeprägten und pfadbedingten Spezifika der Entscheidungsprozesse aufzuzeigen. Sie will Technikgenese als sozialen Prozeß beschreiben, indem sie die Konstruktion von Technik auf die Konstruktion sozialer Netzwerke bezieht, deren Struktur und Dynamik von Prozessen der Intersystemkommunikation zwischen unterschiedlichen Akteurguppen geprägt ist.

Die Fallstudie ist in fünf Kapitel untergliedert, die jeweils einen *Initialakteur* in das Zentrum rücken, der in einem bestimmten Zeitabschnitt einen spezifischen Beitrag zur Konstruktion des Politikfeldes Raumfahrt leistete. Die Darstellung orientiert sich an der in Kapitel 1 entwickelten These, daß Erfolge über soziale Vernetzung erzielt werden, die Netzwerke jedoch eine Eigendynamik entwickeln, welche sich gegenüber den Interessen der einzelnen Mitspieler derart verselbständigend kann, daß diese sich letztendlich eher zu den Verlierern als zu den Gewinnern rechnen (vgl. Schaubild 1).

Initialakteur in der unmittelbaren Nachkriegszeit waren einzelne Gruppierungen der in Deutschland verbliebenen Luft- und Raumfahrt-Community, die im Kontext der alliierten Forschungsverbote mit den unterschiedlichsten Ausweich- und Überbrückungsstrategien die Möglichkeiten zur Fortsetzung der Luftfahrt- und Raketenforschung sondierten (Kap. 2). Die Gesellschaft für Weltraumforschung (GfW), der 1948 gegründete Fachverband der Weltraumforscher, übernahm dann in den frühen 50er Jahren eine wichtige Initiativfunktion, die insbesondere zur Gründung des ersten Raumfahrtinstituts im Nachkriegsdeutschland führte. Die GfW verlor jedoch ab 1960 zunehmend an Bedeutung (Kap. 3). Der schrittweise Ausbau der außeruniversitären Forschung und -komplementär - einer Bundeskompetenz für Forschungspolitik, der Anfang der 50er Jahre über die Förderung der Luftfahrtforschung durch das Bundesverkehrsministerium (BMV) in Gang kam und gegen Ende des Jahrzehnts seinen ersten Höhepunkt fand, ist Thema des Kapitels 4. Parallel etablierte die Straußsche Verteidigungspolitik eine nicht-marktwirtschaftliche, interventionistische Industrie- und Technologiepolitik und vervollständigte mit dem Aufbau eines Industriezweiges, der auf die Konstruktion marktfähiger Großtechnik spezialisiert ist, die soziale Basis, die für ein großdimensioniertes Raumfahrtprogramm erforderlich war (Kap. 5). Dieses Programm kam dann in den 60er Jahren vor allem aufgrund einer europäischen Initiative zustande, die den Rahmen für einen umfassenden Einstieg der Bundesrepublik in die Raumfahrt und die Gründung des ersten Bundesforschungsministeriums (BMwF) bot. In einem langwierigen Aushandlungsprozeß zwischen Raumfahrtindustrie, Raumfahrtforschung und BMwF entstand schließlich ein spezifisches Profil der westdeutschen Raumfahrt, das sich von den Bedingungen seiner Genese im europäischen Kontext zunehmend abkoppelte und eine Eigendynamik gewann, die den beteiligten Akteuren die Stabilisierung ihrer sozialen Positionen ermöglichte (Kap. 6).

Am Ende jedes Teilkapitels finden sich sowohl knappe Zusammenfassungen als auch theoretische Resümees. Ein geraffter Überblick über die gesamte Fallstudie wird in Kapitel 7.1 vorgenommen.

Schaubild 1: Gewinner und Verlierer in der Geschichte der westdeutschen Raumfahrt					
	Initialakteur	Ziel	Effekt	Gewinner	
1945-1953	Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Raketentechnik (DAFRA)	Reaktivierung des Raketenbaus	politische Demonstration	Großforschung (GfW)	
1948-1956	Gesellschaft für Weltraumforschung (GfW)	Reetablierung der Raumfahrt	Bundeskompetenz für F&T	außenuniversitäre Luftfahrtforschung (DGF)	
1952-1959	Luftfahrtforschungsanstalten (DGF)	Sicherung und Ausbau der Autonomie der Forschungsanstalten	a) staatliche Steuerung der Forschung b) Fusion der Forschungsanstalten c) neuer Schwerpunkt Raumfahrt	Bundesministerium der Verteidigung (BMVg), Luft- und Raumfahrtindustrie	
1955-1962	Bundesministerium der Verteidigung (BMVg)	a) staatliche Technologie- und Industriepolitik b) nationaler Raketen- und Flugzeugbau	a) zivile europäische Raumfahrt b) Fusion der Luftfahrtindustrie	Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung (BMwF)	
1960-1965	Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung (BMwF)	Aufbau und Festigung der Bundesdomäne 'Forschung & Technik'	a) Profilierung des BMwF b) Europäisierung des Raumfahrtprogramms	stabile Allianz: BMwF/Raumfahrtindustrie/Großforschung	