

Aus:

THOMAS WIELAND

Neue Technik auf alten Pfaden?

Forschungs- und Technologiepolitik
in der Bonner Republik.

Eine Studie zur Pfadabhängigkeit
des technischen Fortschritts

Januar 2009, 292 Seiten, kart., zahlr. Abb., 29,80 €, ISBN 978-3-8376-1106-9

Das Konzept der Pfadabhängigkeit erklärt, weshalb sich suboptimale Technologien trotz besserer Alternativen dauerhaft auf dem Markt durchsetzen können. Was bedeutet das für die Forschungs- und Technologiepolitik? Auf der Grundlage eines theoretisch abgeleiteten Modells untersucht der Autor diese Frage am Beispiel der bundesdeutschen Förderung von Spitzentechnik. Das Buch behandelt zivile Kerntechnik, elektronische Datenverarbeitung und Biotechnologie als historische Fallbeispiele und bietet so neben seinen theoretischen Einsichten auch eine Geschichte der Forschungs- und Technologiepolitik der Bonner Republik.

Thomas Wieland (Dr. rer. nat.) forscht und lehrt am Münchner Zentrum für Wissenschafts- und Technikgeschichte.

Weitere Informationen und Bestellung unter:
www.transcript-verlag.de/ts1106/ts1106.php

INHALT

1 Einleitung	7
1.1 Problemaufriss	7
1.2 Fallauswahl	10
1.3 Forschungsstand und methodisches Vorgehen	13
1.4 Aufbau der Arbeit	17
2 Der theoretische Rahmen	21
2.1 Das Konzept der Pfadabhängigkeit	22
2.2 Verwandte Theorieangebote	28
2.3 Schwerpunktlegerungen und analytische Reichweiten im Vergleich	37
2.4 Pfadbildung und die Rolle der FuT-Politik	42
3 Die Entwicklung der Forschungs- und Technologiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland	47
3.1 Die Bedeutung des Staates für Forschung und Entwicklung bis 1945	50
3.2 Die marginalisierte Rolle des Bundes im Wiederaufbau (1945–55)	57
3.3 Kerntechnik als Kristallisationskeim bundespolitischer Aktivitäten (1955–65)	62
3.4 Technologiepolitische Profilbildung auf Bundesebene (1965–73)	70
3.5 FuT-Politik unter dem Vorzeichen der wirtschaftlichen Wachstumskrise (1973–89/90)	80
3.6 Die deutsche Wiedervereinigung als Zäsur in der FuT-Politik?	89
4 Zivile Kerntechnik	95
4.1 Traditionen und Neuanfänge	98
4.2 Die Suche nach dem besten Reaktor: das Eltviller Programm	104
4.3 Die spontane Durchsetzung des Leichtwasserreaktors	109
4.4 Der Schnelle Brüter: Kerntechnik zwischen Euphorie und Kritik	119

4.5 Die Enquete-Kommission »Zukünftige Kernenergie-Politik«	127
4.6 Zwischenresümee: Gescheiterte Pfadsuche, spontane Pfadbildung und ein neues Konkurrenzverhältnis	135
5 Elektronische Datenverarbeitung	139
5.1 Technische Anfänge, frühe Förderinitiativen und der Pfad des wissenschaftlich-technischen Rechners	143
5.2 Die Datenverarbeitungsprogramme im Überblick (1967–79)	153
5.3 Staatliche Fördermaßnahmen und industrielle Rechnerentwicklung	161
5.4 Das Selbstverständnis der bundesdeutschen Akteure und die Vormachtstellung von IBM	174
5.5 Überschätzte Technik, große Rechner und denkbare Alternativen	182
5.6 Zwischenresümee: Staatlich forcierte Pfadwahl unter hoher Entwicklungsdynamik	194
6 Biotechnologie	199
6.1 Chemische Synthesen versus biotechnologische Verfahren	201
6.2 Initiativen für die Biotechnologie in den siebziger Jahren	204
6.3 Die Wissenschaftsbasis der Biotechnologie	213
6.4 Neuausrichtungen in den achtziger Jahren	225
6.5 Biotechnologie – Risiko und Sorgenkind	232
6.6 Zwischenresümee: Pfadrevision bei unzureichend entwickelter Alternative	238
7 Pfadabhängigkeit, Spitzentechnik und die Rolle der staatlichen Forschungs- und Technologiepolitik	243
7.1 Szenarien staatlich gemanagter Pfadbildungsprozesse	243
7.2 Einflussfaktoren auf die untersuchten Pfadbildungsprozesse	249
7.3 Spitzentechnik als Ausweis nationaler technologischer Leistungsfähigkeit	259
7.3 Fazit	263
8 Verzeichnisse	265
8.1 Abkürzungen	265
8.2 Abbildungen	266
8.3 Tabellen	267
8.4 Literatur	268
Danksagung	289

1 EINLEITUNG

»Preserving open options for a longer period than impatient market agents would wish is the generic wisdom that history has to offer to public policy makers, in all the applications areas where positive feedback processes are likely to be predominant over negative feedbacks.«

Paul A. David (2000: 14)

1.1 Problemaufriss

Dieses Buch untersucht am Beispiel der Forschungs- und Technologiepolitik der Bundesrepublik Deutschland die Rolle des Staates bei Pfadbildungsprozessen in der Spitzentechnik. Konkret geht es um einen Vergleich der staatlichen Förderung von ziviler Kerntechnik, elektronischer Datenverarbeitung und Biotechnologie. Ausgangspunkt ist die theoretisch wie empirisch wohl fundierte Einsicht, dass technischer Fortschritt¹ mit Pfadabhängigkeiten einhergeht. Der Begriff bezieht sich auf ein

1 Der Begriff des technischen Fortschritts ist wegen seiner normativen Aufladung stark aus der Mode gekommen. Zu offensichtlich ist der Gegensatz zwischen seinem Heilsversprechen und den Problemen, die sich aus der fortschreitenden Technisierung unserer Umwelt ergeben. Anders als der wertneutrale und daher häufig bevorzugte Begriff des technischen Wandels verweist der des technischen Fortschritts jedoch auf die Irreversibilitäten von Technisierungsprozessen und beschreibt deshalb die Phänomene, mit denen sich diese Arbeit auseinandersetzt, weitaus besser als Begriffe, die eine beliebige Reversibilität dieser Prozesse vorgeben; vgl. Wengenroth 1997.

Konzept, das Paul A. David (1985) Mitte der achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts in die wirtschaftswissenschaftliche Diskussion eingebracht hat, um damit spezifische Verlaufsformen des technischen Fortschritts zu erklären.² Mittlerweile wird es in den Sozialwissenschaften zur Deutung eines breiten Spektrums von Phänomenen verwendet. Pfadabhängigkeit im Sinne Davids verweist auf die Historizität von Prozessen, die zwar grundsätzlich offen sind, deren gegenwärtiger und zukünftiger Verlauf jedoch dauerhaft durch Ereignisse der Vergangenheit beeinflusst wird. Pfadabhängige Prozesse können daher als Funktion ihrer eigenen Geschichte begriffen werden.

Nun wäre die Historizität des technischen Fortschritts wenig bemerkenswert, hätte David daraus nicht weitreichende Folgerungen für das Verständnis von Marktprozessen gezogen. Denn obwohl der Befund der Pfadabhängigkeit für sich genommen keine normativen Implikationen besitzt und Pfadabhängigkeit in der großen Mehrzahl der Fälle auch kein Problem darstellt, behauptet David mit seinem Konzept die Möglichkeit, dass sich suboptimale Technologien am Markt durchsetzen und dort langfristig gegen bessere Alternativen behaupten können – und das trotz bzw. gerade wegen des freien Spiels der Marktkräfte. Ursächlich sind dafür vor allem positive Rückkopplungsmechanismen, durch die sich kleine, auch zufällige Startvorteile einer Technologie schnell zu einem uneinholbaren Vorsprung gegenüber alternativen Technologien ausweiten können. Das Feld technologischer Optionen verengt sich in diesem Fall vorzeitig auf einen dominanten Pfad, der sich dann aufgrund von Irreversibilitäten nur schwer oder überhaupt nicht revidieren lässt. Die Technikgeschichte kennt zahlreiche Beispiele für dieses Phänomen. Spurweiten von Zügen, Autoantriebe, Betriebssysteme von Computern, Schreibmaschinentastaturen, Videoformate, Stromsysteme, Kernkraftwerke und Schädlingsbekämpfungsstrategien sind nur einige davon.

David (2000: 14) sieht aufgrund der Pfadabhängigkeit des technischen Fortschritts Handlungsbedarf für die staatliche Politik. Deren Aufgabe ist es demnach, dort, wo positive Rückkopplungsmechanismen auftreten, die Marktkräfte vorübergehend einzuschränken, um die vor-schnelle Durchsetzung eines möglicherweise suboptimalen Technologiepfades zu verhindern und Raum für die Entwicklung technologischer Alternativen zu schaffen. Anhänger eines Laissez-faire-Liberalismus mögen darin die Aufforderung zur Planwirtschaft sehen. Tatsächlich geht es aber darum, dass der Staat einem möglichen Marktversagen vorbeugt und durch eine zeitlich begrenzte Intervention das Feld denkbarer Handlungsoptionen so lange offen hält, bis eine fundierte Bewertung al-

2 Für eine ausführliche Diskussion von Pfadabhängigkeit siehe Kapitel 2.1.

ler technologischen Alternativen im Lichte ihrer langfristig wirksamen Vor- und Nachteile möglich wird. Der Staat übernimmt hier gleichsam das Management von Pfadbildungsprozessen, indem er die Phase der Pfadsuche hinreichend verlängert, um auf diese Weise ein belastbares Fundament für die anschließende Pfadwahl zu schaffen, die – und das soll ausdrücklich betont werden – beim Markt verbleibt.

Trotz ihres grundsätzlichen Bekenntnisses zur freien Marktwirtschaft halten wohl alle westlichen Industrienationen staatliche Eingriffe in den Markt zur Vorbeugung von Marktversagen oder zur Überwindung von Marktverzerrungen für legitim (vgl. Nelson 1993; Prange 2006). Länder wie Frankreich und die Bundesrepublik Deutschland sehen hier seit den sechziger Jahren geradezu eine Hauptaufgabe ihrer Forschungs- und Technologiepolitik. Dahinter steht die Überzeugung, dass unter bestimmten Voraussetzungen die vorübergehende Koordination durch den Staat effizienter sein kann als die Koordination durch den Markt.³ Dass letzterer langfristig staatlicher Planung und Lenkung überlegen ist, wurde und wird dadurch nicht in Frage gestellt. Seit dem Zusammenbruch der Sowjetunion ließe sich eine derartige Position argumentativ kaum aufrechterhalten. Doch auch schon davor – etwa im nationalsozialistischen Deutschland mit seiner auf Autarkie und Krieg ausgerichteten Zwangswirtschaft – wurden die langfristigen Nachteile staatlicher Planung und Lenkung offenkundig.

Aus historischer Perspektive lassen sich mehrere Konstellationen identifizieren, die einen begrenzten Eingriff des Staates in den Markt begründen und entsprechende regulatorische oder fördernde Aktivitäten nach sich ziehen können (vgl. Freeman/Soete 1997: 373–395; Mayntz 2000). Beispiele sind der Aufbau nationaler Infrastrukturen wie Verkehrs- und Kommunikationsnetze, die Reduzierung negativer Externalitäten, vor allem zum Schutz des Menschen und seiner Umwelt, die Förderung unterentwickelter Industriezweige und die Verhinderung monopolistischer Strukturen, die mit ihren technischen Standards den Markt beherrschen. Ein weiterer Grund ist die Vermeidung suboptimaler Technologiepfade, wo bessere Alternativen denkbar sind.

Vor diesem Hintergrund fragt die vorliegende Arbeit nach den Herausforderungen, die sich aus der Pfadabhängigkeit des technischen Fortschritts für die staatliche Forschungs- und Technologiepolitik ergeben. Mit welchen Szenarien wird die Politik hier konfrontiert und mit welchen Strategien antwortet sie? Unter welchen Randbedingungen ist

3 Aus der Fülle der Literatur sei stellvertretend auf die einschlägigen Arbeiten verwiesen, die im Rahmen des Forschungsansatzes Nationale Innovationssysteme entstanden sind; z.B. Archibugi/Iammarino 1999; Carlsson/Jacobsson 1997; Cohendet/Llerena 1997; Dalum et al. 1993.

staatliches Handeln sinnvoll und wo liegen seine Möglichkeiten und Grenzen? Und nicht zuletzt: Welche handlungsrelevanten Unterschiede bestehen zwischen den einzelnen Feldern der Spitzentechnik? Es geht mit anderen Worten darum, theoretische Einsichten über den Verlauf des technischen Fortschritts, die in den letzten Jahrzehnten gewonnen und im Konzept der Pfadabhängigkeit systematisiert wurden, auf ihre Bedeutung für die staatliche Forschungs- und Technologiepolitik, genauer: für das staatliche Management von Pfadbildungsprozessen, hin zu untersuchen. Der Weg, auf dem dies geschehen soll, ist die historisch-vergleichende Analyse der Förderung von Spitzentechnologien in der Bundesrepublik Deutschland. Der Untersuchungszeitraum wird im Wesentlichen durch Wiederaufbau und Wiedervereinigung begrenzt. Die Forschungs- und Technologiepolitik verfügte damals zwar noch nicht über das Konzept der Pfadabhängigkeit. Für das zugrunde liegende Phänomen zeigten die relevanten Akteure aus Staat, Wissenschaft und Wirtschaft jedoch bereits Mitte der fünfziger Jahre, als Forschung und Technik zu einem eigenständigen Politikfeld wurden, ein bemerkenswert deutliches Bewusstsein.

1.2 Fallauswahl

Im Zentrum der Arbeit stehen drei Fallstudien, die mit der Entwicklung der zivilen Kerntechnik, der elektronischen Datenverarbeitung und der Biotechnologie *unterschiedliche Formen sich etablierender Pfadabhängigkeit* thematisieren und deshalb als *unterschiedliche Szenarien für das staatliche Management von Pfadbildungsprozessen* interpretiert werden können. Weshalb gerade diese drei Technologien? Zunächst weisen zivile Kerntechnik, elektronische Datenverarbeitung und Biotechnologie einige Gemeinsamkeiten auf, die sie für einen systematischen Vergleich unter der umrissenen Fragestellung besonders interessant machen. Dazu zählt, dass sie Gegenstand umfangreicher Technologieprogramme der öffentlichen Hand waren. So wurden zwischen 1957 und 1976 vier Atomprogramme und zwischen 1967 und 1979 drei Datenverarbeitungsprogramme aufgelegt, und für die Biotechnologie wurden von 1968 bis zur Jahrhundertwende rund ein Dutzend förderpolitischer Initiativen gestartet. In diesen Programmen artikulierte sich nicht nur die Bereitschaft des Staates, die Erforschung und Entwicklung neuer Technologien finanziell zu unterstützen, sondern auch sein Anspruch auf inhaltliche Steuerung des technischen Fortschritts. Tatsächlich markiert die Förderung der Kerntechnik den Beginn der bundesdeutschen Forschungs- und Technologiepolitik zur Mitte der fünfziger Jahre. Es war

das Feld der Kerntechnik, auf dem die Ministerialverwaltung unterstützt von Wissenschaft und Wirtschaft erstmals Strategien und Instrumente zur spezifischen Förderung von Forschung und Technik entwickelt hat. Als die Forschungs- und Technologiepolitik in den späten sechziger Jahren dann begann, sich neue Technologiefelder zu erschließen, fungierte die Kerntechnik als viel zitiertes Modell. Entsprechend mannigfaltig sind die Querverbindungen, die sich zwischen den Förderstrategien und -instrumenten für die Kerntechnik einerseits und die elektronische Datenverarbeitung und Biotechnologie andererseits ergeben.

Gemeinsam ist allen drei Fallstudien zudem, dass sie so genannte Spitzentechnologien in den Blick nehmen. Die Innovationsforschung hält für diesen Begriff eine einfache Definition bereit: Spitzentechnologien sind demnach durch einen Forschungs- und Entwicklungsaufwand gekennzeichnet, der mindestens 8,5% des erzielten Umsatzes ausmacht. Zusammen mit hochwertigen Technologien, bei denen dieser Anteil mindestens 3,5% beträgt, bilden sie die Gruppe der Hochtechnologien, die auch als Schumpeter-Güter bezeichnet werden. Diese Unterscheidung von hochwertigen und Spitzentechnologien mag auf den ersten Blick willkürlich erscheinen. Statistisch wird sie jedoch von einer zweigipfligen Verteilung der am Umsatz gemessenen Forschungs- und Entwicklungsausgaben gestützt, die man bei einem Vergleich der verschiedenen Hochtechnologiebranchen erhält. Zu den hochwertigen Technologien zählen beispielsweise Automobile, Chemie und Elektrotechnik, zu den Spitzentechnologien Flugzeuge, Pharmazie und Waffen und eben auch Kerntechnik, elektronische Datenverarbeitung und Biotechnologie (Grupp 1997: 200–209).

Obwohl die Unterscheidung von hochwertigen und Spitzentechnologien in der Innovationsforschung aufgrund der relativen Aufwendungen für Forschung und Entwicklung getroffen wird, schwingt in den Begriffen die nationalistisch eingefärbte Vorstellung einer »Technikhierarchie« (Joachim Radkau) mit. Und so kann das staatliche Engagement für Spitzentechnologien zwar damit begründet werden, dass die Wertschöpfung in diesem Technologiebereich am größten und seine Beherrschung für die Produktion hochwertiger Technologien unverzichtbar ist (z.B. BMBF 2006: VII). Allein auf ökonomische Motive lässt sich dieses Engagement dennoch nicht reduzieren. Bei der Förderung von Kerntechnik, elektronischer Datenverarbeitung und Biotechnologie ging es immer auch um das deutsche Selbstverständnis als Forschungs- und Technologienation und um die Furcht, im internationalen *technology race* auf die hinteren Plätze verwiesen zu werden. Davon blieben die Strategien für das staatliche Management der untersuchten Pfadbildungsprozesse nicht unberührt.

Kohärenz der Fallstudien ist für den systematischen Vergleich unverzichtbar. Besonders ertragreich verspricht dieser jedoch erst durch die Herausarbeitung der Unterschiede zwischen den ausgewählten Technologien zu werden. Es wurde bereits gesagt, dass die Fallstudien verschiedene Szenarien des staatlichen Managements von Pfadbildungsprozessen thematisieren. So bestand eine zentrale Herausforderung in der Frühphase der bundesdeutschen Kerntechnikentwicklung darin, unter einer Vielzahl denkbarer, aber noch weitgehend unerprobter Reaktorlinien die technisch und wirtschaftlich aussichtsreichste Alternative für den Einstieg in die kommerzielle Kernenergienutzung zu identifizieren. Trotz des kernphysikalischen und kerntechnischen Vorsprungs von Ländern wie den USA und Großbritannien steckte die kommerzielle Kernenergienutzung zu dieser Zeit noch weltweit in den Kinderschuhen. Die Unsicherheiten über die zukünftige Entwicklung waren daher nicht nur in der Bundesrepublik entsprechend groß. Im Gegensatz dazu war die Kommerzialisierung der elektronischen Datenverarbeitung schon weit fortgeschritten, als die Bundesregierung 1967 das erste Datenverarbeitungsprogramm auflegte. Hinzu kam, dass die technologische Entwicklung auf diesem Gebiet damals fast ausschließlich von einer einzigen Firma bestimmt wurde – der IBM. Egal welchen Technologiepfad man in der Bundesrepublik einschlug, den US-amerikanischen Konkurrenten und seine technischen Standards konnte man dabei nicht ignorieren. Bei der Förderung der Biotechnologie lag die Herausforderung wiederum darin, den in Deutschland seit Jahrzehnten etablierten und erfolgreichen Technologiepfad der chemischen Synthese neu auszurichten, d.h. für biotechnologische Alternativen zu öffnen. Ziel war es, die Innovations- und Produktionsstrategien der heimischen Chemieindustrie zu verbreitern und deren Position auf dem Weltmarkt langfristig sichern zu helfen. Aufgabe der vergleichenden Analyse wird es sein, die hier angedeuteten Unterschiede als Szenarien der Pfadbildung zu systematisieren und ihre Bedeutung für die Formulierung von staatlichen Technologiestrategien herauszuarbeiten.

Ein letzter Aspekt soll an dieser Stelle noch angesprochen werden. Die drei Fallstudien legen ihren analytischen Schwerpunkt in unterschiedliche Phasen der bundesdeutschen Forschungs- und Technologiepolitik.⁴ Tatsächlich überspannen sie fast die gesamte Geschichte der alten Bundesrepublik. Die Förderung der Kerntechnik ab Mitte der fünfziger Jahre fiel, wie bereits erwähnt, mit den Anfängen der Forschungs- und Technologiepolitik zusammen. Demgegenüber markierte das erste Programm zur elektronischen Datenverarbeitung den Beginn einer Phase

4 Siehe dazu Kapitel 3.

forschungs- und technologiepolitischer Profilbildung des Bundes in den späten sechziger Jahren. Das Spektrum der staatlich geförderten Technologien wurde in dieser Zeit systematisch erweitert, Planung und Steuerung stiegen zu den neuen Leitvokabeln der Politik auf. Die Förderung der Biotechnologie ab den frühen siebziger Jahren stand dann schon unter dem Vorzeichen der wirtschaftlichen Dauerkrise, mit der sich die Forschungs- und Technologiepolitik – trotz wiederkehrender Konjunkturoberhochs – bis heute auseinandersetzen muss. Kurz: Mit dieser Fallauswahl erhält der hier durchgeführte Vergleich einen diachronen Charakter. Möglich wird es dadurch, Kontinuitäten und Diskontinuitäten im forschungs- und technologiepolitischen Handeln zu identifizieren. Primäres Ziel ist allerdings nicht die Periodisierung, sondern die Sichtbarmachung langfristig historisch-kultureller Prägungen, denen die staatlichen, wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Entscheidungseliten im bundesdeutschen Innovationssystem unterliegen und die bei der Etablierung von Pfadabhängigkeiten bzw. beim Management von Pfadbildungsprozessen wirksam werden können.

1.3 Forschungsstand und methodisches Vorgehen

Obwohl die vorliegende Arbeit die staatliche Förderung von Spitzentechnologien in den Blick nimmt, strebt sie keine Evaluation von Forschungsprogrammen an, in der Intentionen und Ergebnisse dieser Programme systematisch miteinander verglichen werden. Derartige Evaluationen existieren bereits und wurden in den Fallstudien herangezogen, wo es sich als sinnvoll erwies. Stattdessen versteht sich diese Arbeit als Beitrag zu einer historisch informierten Innovationsforschung, die durch eine konsequente Historisierung und Kontextualisierung ihres Forschungsgegenstandes ein breites Spektrum relevanter Einflussfaktoren auf Innovationsprozesse in den Blick bekommen möchte. Dazu zählen insbesondere auch kulturelle Prägungen der relevanten Akteursgruppen, mit denen sich die Innovationsforschung erst seit relativ kurzer Zeit systematisch auseinandersetzt.⁵

Mit ihrem Ansatz, das Potential theoretischer Einsichten über den Verlauf des technischen Fortschritts für das Verständnis und die Orien-

5 Vgl. Wengenroth 2001; Wieland 2006; für einschlägige Studien siehe z.B. Abele et al. 2001; Reith et al. 2006; Ziegler 1999. Allgemein zur Bedeutung von Kultur für das Verständnis von Wirtschaftsprozessen siehe DiMaggio 1994; sowie die programmatischen Aufsätze Siegenthaler 1999; Wischermann 1998.

tierung der Forschungs- und Technologiepolitik auszuloten, besitzt die vorliegende Arbeit Anknüpfungspunkte zu einer Reihe von Untersuchungen, die sich mit der politischen Steuerung von Wissenschaft und Technik auseinandersetzen. Für die Bundesrepublik sind hier zunächst die Bielefelder Studien über »Geplante Forschung« (van den Daele et al. 1979a) zu nennen,⁶ die auf der am Starnberger Max-Planck-Institut zur Erforschung der Lebensbedingungen der wissenschaftlich-technischen Welt formulierten These zur »Finalisierung der Wissenschaft« (Böhme et al. 1973) aufbauten.

Die Finalisierungsthese orientierte sich an dem von Thomas S. Kuhn Anfang der sechziger Jahre vorgeschlagenen Modell wissenschaftlicher Entwicklung, das – noch sehr vorsichtig – einen gesellschaftlichen Einfluss auf die kognitive Entwicklung von Wissenschaft postulierte (siehe auch Böhme et al. 1972). Damit lief Kuhns Modell der damals in der Wissenschaftssoziologie und -geschichte vorherrschenden Ansicht entgegen, wissenschaftliches Wissen besäße einen epistemischen Sonderstatus und sei deshalb der soziologischen Analyse unzugänglich. In Anlehnung an das Kuhnsche Modell unterschied die Finalisierungsthese drei Phasen in der wissenschaftlichen Entwicklung: eine explorative bzw. vorparadigmatische Phase, die stark von Versuch-und-Irrtum-Strategien geprägt ist und der noch ein übergreifendes Forschungsprogramm fehlt, eine paradigmatische Phase, in der das theoretische Fundament einer Wissenschaft gelegt wird, und eine postparadigmatische Phase der so genannten Normalwissenschaft, in der innerhalb einer Disziplin auf ein weitgehend definiertes Set bewährter Theorien und Methoden zurückgegriffen wird. Nur die erste und dritte Phase sollten für ökonomische, politische und gesellschaftliche Einflüsse offen stehen, die zweite Phase dagegen allein durch innerwissenschaftliche Probleme bestimmt sein. Der Begriff der Finalisierung bezog sich auf die dritte, postparadigmatische Phase, in der »externe Zwecksetzungen gegenüber der Wissenschaft zum Entwicklungsleitfaden der Theorie werden« konnten (Böhme et al. 1973: 129).

Nach der Vorstellung ihrer Urheber sollte die Finalisierungsthese zu einer »wissenschaftstheoretischen Kartographie« ausgearbeitet und der Wissenschaftspolitik für die rationale Forschungsplanung an die Hand gegeben werden. In diesem Vorhaben konnte sich die Starnberger Forschungsgruppe durch die Erfolge bestärkt fühlen, die planerische Ansätze in der keynesianisch geprägten Wirtschaftspolitik der späten sechziger Jahre bei der Überwindung des Konjunkturreinbruchs von 1966/67

6 Siehe auch Küppers et al. 1978; van den Daele/Weingart 1975; Weingart et al. 1976.

erzielten. Dass diese Ansätze wenige Jahre später bei der Weltwirtschaftskrise im Gefolge der Ölpreisverteuerung versagten, war da freilich noch nicht vorauszusehen.⁷

Die Bielefelder Studien haben die Finalisierungsthese einer empirischen Überprüfung unterzogen und nach dem konkreten Einfluss von politischen Programmen auf die Wissenschaftsentwicklung gefragt. Im Zentrum der Analysen standen so unterschiedliche Wissenschaftsfelder wie Biotechnologie, Informatik, Krebsforschung, Umweltforschung, Fusionsforschung und Schwerionenforschung. Als Ergebnis der Studien konnten ihre Autoren festhalten, dass »die Einführung »externer« Ziele durch politisch-strategische Steuerungen der Wissenschaften ganz sicher zu Entwicklungsmustern geführt hat, die sowohl von der traditionellen autonomen Wissenschaft wie auch von der traditionellen angewandten Forschung (Entwicklungsforschung) unterschieden sind« (van den Daele et al. 1979b: 59). Allerdings offenbarten die Studien ebenso deutlich Unterschiede in den Entwicklungsmustern der finalisierten Wissenschaften, die sich mit dem Kuhnschen Modell nicht mehr befriedigend systematisieren ließen. Letztlich war dadurch die Finalisierungsthese selbst, die ja auf Kuhn aufbaute, als »wissenschaftstheoretische Kartographie« der politischen Forschungsplanung in Frage gestellt.

Defizite im Kuhnschen Modell waren Ende der siebziger Jahre auch in anderen Studien zur Bildung wissenschaftlicher Disziplinen sichtbar geworden. Die Suche nach weiterführenden bzw. alternativen Ansätzen zur Erklärung wissenschaftlicher Entwicklungsprozesse hatte dann zu einem neuen Aufbruch in der Wissenschaftssoziologie und Wissenschaftsgeschichte sowie zur Formierung der Science Studies beigetragen. Gleichzeitig verschob sich die Diskussion in den achtziger Jahren immer stärker in Richtung epistemologischer Fragestellungen, auf die insbesondere im Rahmen sozialkonstruktivistischer Erklärungsansätze Antworten gesucht wurden. Die von der Finalisierungsthese initiierte steuerungstheoretische Debatte wurde dadurch in den Hintergrund gedrängt.⁸

Hans-Willy Hohn plädiert in seiner 1998 publizierten Arbeit über »Kognitive Strukturen und Steuerungsprobleme der Forschung« dafür, diese »wissenschaftssoziologisch-steuerungstheoretische Debatte« aus einer neuen theoretischen und empirischen Perspektive wieder aufzugreifen. In seiner Studie geht er der Frage nach, weshalb die Kernfor-

7 Ausführlich dazu Kapitel 3.4.

8 Einen Überblick zur Entwicklung der Diskussion gibt Hohn 1998: 40–46, der auch die Finalisierungstheorie behandelt; ebd.: 34–40. Zum Verlauf der allgemeinen steuerungstheoretischen Debatte, auch jenseits der Frage nach der Steuerbarkeit von Wissenschaft und Technik, siehe Mayntz 1996.

schung in der Bundesrepublik erfolgreich als Großforschung etabliert werden konnte, die Informatik dagegen nicht. Um diese Frage zu beantworten, bedient er sich eines Analyserahmens, der organisationstheoretische Ansätze mit sozialkonstruktivistischen Ansätzen verbindet und gleichzeitig die Unterscheidung von sozialen und kognitiven Faktoren in der Wissenschaftsentwicklung betont. Auf diese Weise gelingt es Hohn, einen »mismatch« zwischen den kognitiven Strukturen der Informatik und der sozialen Organisation der Großforschung zu identifizieren, den er für das – gemessen an den politischen und öffentlichen Erwartungen – unübersehbare Scheitern der informatischen Großforschung verantwortlich macht.

Hohns Arbeit entstand am Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung in Köln, an dem in den letzten Jahren etliche weitere Studien zur politischen Steuerung von Forschung und Technik erarbeitet wurden. So untersuchen Edgar Grande und Jürgen Häusler (1994) »Staatliche Steuerungspotentiale in der Informationstechnik«. Im Zentrum steht hier die Frage, »ob unternehmerische FuE-Entscheidungen staatlich gesteuert werden können« (Grande/Häusler 1994: 24). Mit Hilfe eines theoretischen Analyserahmens, der sich als akteurszentrierter Institutionalismus versteht, gelingt es ihnen, ein differenziertes Bild ihres Untersuchungsgegenstandes zu zeichnen, das weder den Steuerungsoptimisten noch den Steuerungspessimisten das Wort redet. Stattdessen betonen sie die Kontingenz staatlicher Steuerung und charakterisieren das staatliche Steuerungspotential als »Produkt einer komplexen Konfiguration von staatlichen und nicht-staatlichen Akteurkonstellationen und Organisationsstrukturen« (Grande/Häusler 1994: 49). Dem akteurszentrierten Institutionalismus sind auch die Arbeiten von Dietmar Braun und Volker Schneider verpflichtet. Braun analysiert international vergleichend »Die politische Steuerung der Wissenschaft« (1997). Sein Interesse zielt auf die zweckfreie Grundlagenforschung und damit gleichsam auf den Antipoden der Industrieforschung, mit der sich Grande und Häusler befassen. Schneider (1989) untersucht am Beispiel des Mediums Bildschirmtext eine »Technikentwicklung zwischen Politik und Markt«.

Als Resümee dieses kurzen Forschungsüberblicks lässt sich festhalten, dass die vorliegende Arbeit an eine Reihe von Studien zur politischen Steuerung von Forschung und Technik in der Bundesrepublik anschließen kann. Ihr theoretischer Blickwinkel ist allerdings ein anderer. Nicht die steuerungstheoretische Debatte soziologischer bzw. politologischer Prägung ist der Ausgangspunkt, sondern das innovationstheoretische Konzept der Pfadabhängigkeit, in dessen Lichte die bundesdeutsche Forschungs- und Technologiepolitik analysiert wird. Ziel ist es, in historisch-vergleichender Perspektive Szenarien für das staatliche Ma-

nagement von Pfadbildungsprozessen herauszuarbeiten. Auf diese Weise will die Arbeit zu einem besseren theoretischen und empirischen Verständnis von Pfadbildungsprozessen in der Spitzentechnik beitragen und speziell die Gestaltungsmöglichkeiten und -grenzen der Politik in diesen Prozessen verdeutlichen.

Notwendig ist noch eine kurze Anmerkung zum methodischen Vorgehen. Bei der Ausarbeitung der Fallstudien wurde nach Möglichkeit auf die verfügbare Forschungsliteratur – die bereits erwähnten Arbeiten zur politischen Steuerung von Forschung und Technik sowie weitere Arbeiten überwiegend wissenschafts- und technikhistorischer Provenienz⁹ – zurückgegriffen, die unter der untersuchungsleitenden Fragestellung sekundäranalytisch ausgewertet wurden. Darüber hinaus wurden zahlreiche publizierte Quellen, insbesondere die staatlichen Förderprogramme und die in ihrem Umfeld entstandenen Studien, herangezogen. Aus diesem Material ließ sich bereits ein relativ gutes Bild davon gewinnen, wie die politischen, aber auch die wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Akteursgruppen, das Problem der Pfadabhängigkeit des technischen Fortschritts wahrgenommen haben und mit welchen Strategien sie ihm gegebenenfalls begegnet sind. Ergänzt wurde dieses Material durch unpublizierte Quellen, die im Bundesarchiv Koblenz (BAK) in den Beständen zum Bundesatomministerium bzw. Bundesforschungsministerium (B138 und B196) recherchiert wurden. Dadurch konnten speziell die Prozesse der Strategieformulierung eingehend untersucht werden, in denen Gruppenidentitäten, Wertvorstellungen, Selbstbilder etc. der beteiligten Akteursgruppen deutlich zutage treten und ohne die die konkreten Prozesse der Pfadbildung letztlich unverständlich bleiben.

1.4 Aufbau der Arbeit

Im Anschluss an diese Einleitung entwirft Kapitel 2 den theoretischen Rahmen der Untersuchung. Im Zentrum steht das Konzept der Pfadabhängigkeit, das Mitglied einer ganzen Familie von Theorien ist. Diese haben gemein, technischen Fortschritt als einen von Irreversibilitäten geprägten Prozess zu verstehen, dessen Freiheitsgrade im Verlauf seiner Geschichte abnehmen. Aufbauend auf dieser Konzeptualisierung des technischen Fortschritts wird ein Pfadbildungsprozess entworfen, um daraus Aufgaben für die staatliche Forschungs- und Technologiepolitik

9 Eine Diskussion dieser Literatur erfolgt an geeigneter Stelle in den Fallstudien; siehe Kapitel 4 bis 6.

abzuleiten. Ziel ist ein heuristisches Modell, das zum einen bei der Strukturierung der Fallstudien, zum anderen bei ihrer Analyse hilft.

In Kapitel 3 folgt auf einen gestrafften Überblick zur Herausbildung des deutschen Innovationssystems bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges eine kurze Geschichte der bundesdeutschen Forschungs- und Technologiepolitik in der Zeit vom Wiederaufbau bis zur Wiedervereinigung. Neben einer Periodisierung wird hier der forschungs- und technologiepolitische Kontext für die Fallstudien entfaltet. Der Schwerpunkt des Kapitels liegt auf den Zielen der Forschungs- und Technologiepolitik sowie den zu ihrer Realisierung entwickelten Steuerungsinstrumenten.

Nach der Explizierung des theoretischen Rahmens und des forschungs- und technologiepolitischen Kontexts wendet sich die Untersuchung den drei Fallstudien zu. Deren Aufgabe ist nicht die erschöpfende Darstellung der Entwicklungen in dem jeweils betrachteten Technologiefeld. Vielmehr geht es darum, das empirische Material soweit auszubreiten, wie es für die untersuchungsleitende Fragestellung notwendig ist. Den Anfang macht die Studie zur zivilen Kerntechnik (Kapitel 4), in der zwei unterschiedliche Szenarien thematisiert werden: zum einen die Suche nach einer geeigneten Reaktorlinie für die kommerzielle Kernenergienutzung in den späten fünfziger und sechziger Jahren, zum anderen die Debatte um den Einstieg in die Schnellbrütertechnologie Ende der siebziger/Anfang der achtziger Jahre. Damit behandelt die Fallstudie zunächst einen Pfadbildungsprozess innerhalb eines sich gerade formierenden Technologiefeldes, das bei den politischen, wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Entscheidungsträgern auf breite Akzeptanz stieß. Dieser Konsens brach in den siebziger Jahren jedoch auf. Die Debatte um den Schnellen Brüter wurde zu einer Debatte über die energiepolitische Zukunft der Bundesrepublik, in der im Unterschied zu den fünfziger und sechziger Jahren kerntechnische und nicht-kerntechnische Energiepfade einander als Alternativen gegenübergestellt wurden.

Kapitel 5 thematisiert die elektronische Datenverarbeitung. Die programmatische Förderung setzte in diesem Technologiefeld zu einem Zeitpunkt ein, zu dem dessen Kommerzialisierung schon weit fortgeschritten war. Gleichzeitig war das Feld jedoch durch eine extrem hohe Entwicklungsdynamik gekennzeichnet, d.h. Technologiepfade wurden immer wieder neu ausgerichtet, durch neue ergänzt oder ersetzt. In diesem Umfeld sollte die bundesdeutsche Rechnerindustrie international wettbewerbsfähig gemacht werden.

Die letzte Fallstudie, die Kapitel 6 präsentiert, nimmt schließlich die Biotechnologie in den Blick. Hier ging es zunächst um die Wiederbelebung eines Technologiepfades, der in Deutschland bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts betreten, durch den Aufstieg der chemisch-organischen

Synthese zum Paradigma der heimischen Chemieindustrie jedoch weitgehend verdrängt worden war. Das Aufkommen der Gentechnik führte dann zu einer Transformation der Biotechnologie, die sie für die Chemieindustrie interessant machte und auf die die Politik mit neuen Instrumenten der Förderung reagieren musste.

Aufgabe von Kapitel 7 ist es, die Ergebnisse der Fallstudien in vergleichender Perspektive zu systematisieren. Der Schwerpunkt liegt auf der Rolle der Forschungs- und Technologiepolitik. Deren Agieren wird allerdings erst unter Einbezug der wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Akteursgruppen sowie der Öffentlichkeit verständlich. Am Schluss der Arbeit werden die zentralen theoretischen und empirischen Erträge der Untersuchung zusammengefasst und ein Fazit gezogen.