

Organisation der Technikforschung an Hochschulen - Das Konzept der Forschungslinie am Beispiel des Maschinenbaus

Marek Fuchs

Ausgehend von der Frage nach der Schwerpunktsetzung und Praxisorientierung der Technikforschung an Hochschulen wird die Frage nach ihrer Steuerung aufgeworfen. Reduktionistische Ansätze in der Wissenschafts- wie Techniksoziologie können zur Analyse und Erklärung verworfen werden. Am Beispiel einer Teildisziplin des Maschinenbaus wird gezeigt, daß universitäre Forschungseinrichtungen eigeninitiativ Forschungsfragen vorantreiben können und müssen. Ihre Forschungsplanung wird dabei durch eine Reihe von Randbedingungen tangiert, die der Stringenz der Forschungsplanung an den Instituten entgegenstehen. Mit dem Konzept der Forschungslinien wird ein Erklärungsansatz angeboten, der diese Randbedingungen berücksichtigt und innerhalb dessen zum einen die gleichzeitige Wirksamkeit von wissenschaftlichen und anwendungsorientierten Bezügen bei der Steuerung der Technikforschung faßbar ist. Zum anderen wird Forschung im Rahmen dieses Konzepts als anschlußfähig an vorangegangene Projekte und über die Zeit hinweg thematisch relativ homogen skizziert, was eine sprunghafte Bearbeitung verschiedenartigster Themen ausschließt. Vor diesem Hintergrund wird Forschung als variables Programm mittlerer Kohärenz geplant. Resümierend wird festgehalten, daß ingenieurwissenschaftliche Forschung nur als vergesellschaftete Forschung denkbar ist, und die Forschungsautonomie gerade in der Vermittlung von daraus resultierenden Konflikten besteht.

Organisation der Technikforschung an Hochschulen - Das Konzept der Forschungslinie am Beispiel des Maschinenbaus¹

1 Technikforschung an Hochschulen

Ausgangspunkt für die vorliegende Studie ist die Frage: Wie entstehen neue Techniken und welche Relevanzkriterien markieren die Technikgenese an Hochschulen² in einer Zeit, da Technik und Wissenschaft zu konvergieren scheinen? Die Hochschulen stellen einen - aber sicher nicht den bedeutendsten - gesellschaftlichen Akteur der Technikentwicklung dar, bei dem der Wissenschaftsbezug und der Gesellschaftsbezug der Technikentwicklung besonders hervortritt. Sie sind einer der 'strategischen Orte' (Rammert 1992), die an der Genese neuer Techniken beteiligt sind. Technikforschung an Hochschulen wird heute überwiegend in Instituten und anderen organisatorischen Einheiten³ durchgeführt, die die Infrastruktur bereitstellen (Pfetsch 1978).⁴ Es handelt sich um eine Bündelung von sächlichen Ressourcen.

¹ Bei diesem Text handelt es sich um eine leicht erweiterte Fassung eines Vortrags, den ich vor den Mitgliedern und Gutachtern des DFG-Graduiertenkollegs "Arbeit- Technik- Qualifikation" im Rahmen des Berichtkolloquiums am 16. März 1993 in Kassel gehalten habe.

² Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich in der Tat nur auf die Hochschulen. Die anderen Institutionen im durchführenden Teilsektor der bundesdeutschen Forschungslandschaft unterliegen anderen Randbedingungen und es muß offen bleiben, ob die Befunde auch dort gelten.

³ Ohne das Spektrum der vorfindlichen Organisationsformen (Institute, Lehrstühle, Zentren, Arbeits- und Forschungsbereiche usw.) einseitig verkürzen zu wollen, wird im folgenden vereinfachend von Instituten oder Forschungseinrichtungen gesprochen.

⁴ Das Institut stellt immer noch den Prototyp der Forschungsorganisation dar. Vorgänger der heutigen universitären Forschungsinstitute waren im 18. Jahrhundert private Einrichtungen "ohne jede Verbindung zu den Universitäten" (Alemann 1978, S. 11; zum weiterführenden Begriff des 'Privatinstituts' vgl. Pfetsch 1978, S. 83 ff.); erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts entstanden aus einer vielschichtigen Interessenlage die ersten universitären Institute. Neben dem Staat und der Wirtschaft (Pfetsch 1978, S. 92) sind dabei als treibende Kraft vor allem die deutschen Ordinarien zu nennen, "die die Einrichtung von Labors zur Bedingung für die Übernahme eines Lehrstuhls an der betreffenden Universität machten" (Alemann 1978, S. 11). Dabei war auch die Ausprägung der 'akademischen Wissenschaft' eine Voraussetzung für die Herausbildung spezialisierter Forschungsinstitute (Weingart 1976b, S. 114, die z.B. in der Folge der Ausbildung eines neuen Paradigmas entstehen können (Pfetsch 1978, S. 92). Es scheint also sowohl soziale wie kognitive Ursachen für die Ausbildung des universitären Forschungsinstituts gegeben zu haben, das sich in der Folge vornehmlich disziplinär differenzierte; funktionale Differenzierungen bildeten und bilden die Ausnahme (Alemann 1978, S. 21). Anders als die Wissenschaftler der "Cabinette" und

cen, Dienstleistungen für die Forschung und Hilfspersonal, bei deren Nutzung durch eine kritische Masse von Wissenschaftlern Synergieeffekte entstehen (Alemann 1978, S. 9 ff.). Neben einem oder mehreren Hochschullehrern arbeiten dort meist Gruppen von wissenschaftlichen Mitarbeitern, die zwar weisungsabhängig sind, aber mit der selbständigen Durchführung von Forschungsvorhaben betraut sind.¹ Die überwiegend praktizierte Form rationaler Vergesellschaftung sächlicher und personeller Ressourcen in diesen Einrichtungen scheint das Projekt zu sein, in dessen Rahmen die Sachinteressen der Forscher mit verschiedenen (auch externen) Ansprüchen vermittelt werden (vgl. Kaddatz 1987). Die Frage nach den Relevanzkriterien der Entstehung neuer Techniken kann also präzisiert werden: Woran orientieren sich Hochschullehrer und Mitarbeiter in Instituten technischer Ausrichtung bei der Planung und Durchführung von Forschungsprojekten, und mit welchem Gewicht können sie dabei steuernd auf die Entstehung neuer Techniken Einfluß nehmen? Diese Themenstellung schließt an zwei hochschulpolitische Diskussionen an:

(1) Die Frage, ob die Forschung aus den Hochschulen auswandert, ist angesichts der wachsenden Lehrbelastung, der rechtlichen und organisatorischen Hemmnisse sowie der wachsenden Kosten für die Forschung oftmals gestellt worden (vgl. Bahrdt 1971, S. 149; Hübner et al. 1984, S. 88; Queisser 1989, S. 47). Besonders die Tatsache, daß die westdeutschen Hochschulen in den 80er Jahren gegenüber den expandierenden öffentlich geförderten außeruniversitären Forschungseinrichtungen ihre Ressourcen bestenfalls halten konnten (Wissenschaftsrat 1988, S. 70), hat diese Diskussion angeregt: Es schien absurd, daß die Forschung aus dieser im Vergleich zu den 60er Jahren ressourciell expandierten Institution abdriften sollte. Der Hochschulausbau hat sich jedoch bislang bei der Vergabe von Ressourcen vorwiegend an den Studierendenzahlen in den einzelnen Disziplinen und Einrichtungen orien-

'Sammlungen' (...), die 'Material' nur als Demonstrationsobjekte, nicht aber für experimentelle Versuche verwendeten" (Pfetsch 1978, S. 80), wurde in den Instituten nun auch am Artefakt geforscht.

¹ Studien zur Analyse der Organisationsstruktur dieser Institute haben das bestehende Statusgefälle zwischen Leiter und Mitarbeitern mit dem Schlagwort der 'Re-Feudalisierung' (Nitsch et al. 1965) zu bezeichnen versucht, oder aus der zentralen auf den Hochschullehrer zugeschnittenen Organisation (Geser 1977, S. 158) eine 'Diktatur des Institutsleiters' (Alemann 1978a) abzuleiten versucht. Zutreffender scheint die Charakterisierung der Institutsorganisation als Dualismus von fachlicher und formaler Hierarchie (Hartmann 1973, S. 554), in der die zentrale Stellung des Institutsleiters als oft einziger erfahrender Wissenschaftler die Voraussetzung für die nach fachlichen Gesichtspunkten organisierte und effiziente Forschung ist (Fuchs/Oehler 1992), die den Instituten eine dauerhafte Stellung in der Forschungslandschaft sichert (Wissenschaftsrat 1991, S. 5 f.).

tiert. Die Finanzierung der Forschung hingegen ist nicht auf diesen Sachverhalt abgestimmt (vgl. Oehler 1990), denn die Lehraufgaben in einem Studiengang korrespondieren nicht unbedingt mit dem Umfang der zur Sicherung der Innovativität der Forschung notwendigen Ressourcen. So stellt sich angesichts wachsender Spezialisierung und des wachsenden ressourciellen Aufwandes ingenieurwissenschaftlicher Forschung und der im Verhältnis dazu stagnierenden Mittel die Frage der Sicherung derzeitiger und zukünftiger Forschungsstandards. Als Antwort darauf wird u.a. die Bildung von Schwerpunkten der Forschung gefordert, was nicht nur durch die Einrichtung von Sonderforschungsbereichen oder die Einsetzung wissenschaftlicher Zentren, sondern auch allgemein durch die Bündelung von Ressourcen für spezielle Fragestellungen an einzelnen Orten umgesetzt wird. Es stellt sich daher die Frage, wie Projekte zugeschnitten sein müssen, damit durch sie ein Schwerpunkt konstituiert wird und wie sich dieser entwickelt.

(2) Angesichts sich verknappender öffentlicher Förderressourcen sind die Hochschulen dazu übergegangen, in verstärktem Maße Mittel von anderen Drittmittelgebern - auch der Wirtschaft - einzuwerben. Von einigen wird dies als Garant für innovative Fragestellungen und als Indikator für effiziente Forschung angesehen. Andere sehen die Funktion der Hochschulen als Hort der Grundlagenforschung, die den Humusboden für innovative, anwendungsorientierte Forschung bereitstellt, gefährdet. Dies macht es interessant, nach dem Verhältnis von externen Steuerungsversuchen - durch Staat und Wirtschaft - und dem eigengesetzlichen Verlauf von ingenieurwissenschaftlicher Forschung zu fragen. Wie kann sich die Technikforschung der Praxis zuwenden, ohne die zur Erzeugung innovativer Ideen notwendige Autonomie zu gefährden?¹

¹ Dieser Frage soll anhand von Daten eines am Wissenschaftlichen Zentrum für Berufs- und Hochschulforschung, Kassel durchgeführten Projektes zur 'Organisation von Forschungsschwerpunkten' im Maschinenbau nachgegangen werden. Einbezogen wurden in diese Untersuchung die beiden Teildisziplinen 'Maschinenelemente' und 'Konstruktionstechnik', die zum Kernbereich des Maschinenbaus gehören. Die Hochschulen in den fünf neuen Bundesländern wurden - wegen der bei Beginn der Projektlaufzeit unübersichtlichen Situation - ebenso wie die ost- und westdeutschen Fachhochschulen - wegen der vergleichsweise geringen Forschungsinfrastruktur - nicht berücksichtigt. Das empirische Material liegt in Form von über 40 transkribierten Gesprächsprotokollen von Leitfadeninterviews mit Leitern von Hochschulinstituten sowie ihrer Mitarbeiter vor. Das Projekt wurde zwischen August 1990 und Dezember 1991 unter der Leitung von Prof. Dr. Chr. Oehler durchgeführt und aus Mitteln der Zentralen Forschungsförderung der Gesamthochschule Kassel - Universität finanziert. Erste Ergebnisse sowie ein zusammenfassender Bericht liegen bereits vor (vgl. Fuchs 1992a; Fuchs/Oehler 1992).

2 Theoretischer Ansatz

In der Wissenschaftssoziologie finden sich verschiedene theoretische Ansätze, die die Steuerung - meist sogar Determination - der Forschung in ihrer kognitiven und sozialen Dimension zu analysieren und zu erklären versuchen. Diese Ansätze lassen sich zu zwei Clustern zusammenfassen, wovon das eine mit dem Schlagwort 'Theorien der Vergesellschaftung' und das andere durch die Bezeichnung 'Theorien der Verwissenschaftlichung' charakterisiert werden kann. Dabei wird jeweils dem Steuerungsmechanismus eines sozialen Teilsystems in Form der Kapitalverwertungslogik oder in Form des wissenschaftlichen Selbststeuerungsmechanismus die letztliche Gültigkeit zugeschrieben: Zu nennen sind die Beiträge zur 'Externalismusdebatte' (vgl. z.B. Polanyi 1964; Luhmann 1970; Lakatos 1971), zur Finalisierungsdiskussion (vgl. z.B. Böhme et al. 1972, 1973) und die jüngsten Ergebnisse der Bielefelder Wissenschaftssoziologie (vgl. z.B. Krohn und Rammert 1985; Krohn und Küppers 1989). Hinzu kommen die Arbeiten zur Industrialisierungs- bzw. Bürokratisierungsthese (vgl. z.B. Bahrdt 1971; Meusel 1977; Geser 1977). Weiter ist die Diskussion um Funktion und Mängel des Technologie-Transfers zwischen Hochschule und Praxis zu nennen (vgl. Allesch 1984; Fower 1984; Meyer und Friedrich 1985; Theis et al. 1986; Weizel 1987; Spath 1988) und die Debatte um die staatliche Forschungs- und Technologiepolitik (vgl. Bruder 1988, Alemann et al. 1988, Hilpert 1989). Jedoch können aus meiner Sicht reduktionistische Erklärungsansätze, die einer 'Logik' eine monopolartige Stellung mit deterministischem Einfluß einräumen, verworfen werden (ähnlich Braun und Schimank 1992). Die hier untersuchten Institute werden daher als Akteure thematisiert, die im Forschungsvollzug verschiedene Handlungsrationaltäten integrieren müssen und sich bei der Planung und Durchführung von Forschungsprojekten an verschiedenen Relevanzbereichen gleichzeitig orientieren.

Die Verwerfung reduktionistischer Ansätze führt zum Versuch einer konzeptionellen Neufassung von zwei Typen der Forschung: Prinzipiell wird im Forschungssystem zwischen den Typen der 'Verwendungsforschung' - in der Problemlösungen für gesellschaftliche Verwendungsbereiche generiert werden - und 'wissenschaftlich-systematischer' Forschung unterschieden - in der vor allem die auf Generalisierung und Vollständigkeit angelegte Theoriebildung vorangetrieben wird (vgl. Fuchs und Oehler 1992). Die grundlegende theoretische Kategorie, auf die diese Typen Bezug nehmen, ist die Selektivität. Gefragt wird, welchem Relevanzsystem die Kriterien für die Auswahl von Fragestellungen (Thematisierung), die Anlage von Untersuchungsdesigns (Operationalisierung) und der Ergebnistransfer (Evaluation/Transfer) verpflichtet sind. Hinsichtlich dieser drei Dimensionen kann die Technikfor-

schung zwischen den beiden Typen 'wissenschaftlich-systematische Forschung' und 'Verwendungsforschung' verortet werden.

Die aufgespannte Matrix von Selektionsdimensionen (Thematisierung, Operationalisierung und Evaluation/Transfer) einerseits und schwerpunktmäßiger Orientierung des Forschungshandelns andererseits (wissenschaftlich-systematisch vs. verwendungsorientiert) bietet die Möglichkeit, in einer detaillierten Analyse 'vor Ort' die Relevanzstrukturen der Technikforschung zu untersuchen. Es stellt sich die Frage, ob die Institute, die wissenschaftlichen Methoden und Arbeitsweisen zur Bearbeitung von Praxisproblemen heranziehen und die Lösungen in die Verwendungssphäre transferieren, auf eine wissenschaftliche Orientierung ganz verzichten können, oder ob hinsichtlich der Themenwahl und des Ergebnistransfers eine wissenschaftlich-systematische Orientierung zumindest auch vorhanden sein muß, damit die Forschungseinrichtungen langfristig bestehen und innovative Ergebnisse liefern können?

Weitere Hinweise ergeben sich aus den Ansätzen der Technikgeneseforschung (vgl. überblicksartig z.B. Rammert 1991): Derzeit werden eine Fülle von Projektberichten erarbeitet, die sich mit der Entstehungsgeschichte, den Entstehungsbedingungen und Entstehungskontexten einzelner Techniken und technischer Systeme beschäftigen. Zu nennen sind z.B. die Analysen des Telefons (Rammert 1989), des Dieselmotors (Knie 1991), des Rundfunks (Artiken 1976), des Computers (Krämer 1991), der Organtransplantation (Braun et al. 1991), des Baby-Computers (Braun 1987) und der Waschmaschine (Braun 1988). Gemeinsam ist diesen Ansätzen, daß sie eine bestimmte Technik über einen längeren Zeitraum ihrer Entstehungsgeschichte verfolgen, wobei diese als gesellschaftliches Projekt skizziert wird, das in verschiedenen strukturierten sozialen Teilsystemen von dort agierenden Akteuren vorangetrieben wird. Dabei geraten - ähnlich wie bei den an der Wissenschaftsentwicklung und deren Institutionen ansetzenden Theorieentwürfen - reduktionistische Ansätze, bei denen entweder von der Eigengesetzlichkeit der Technik ausgegangen wird, oder aber die in den Verwendungsbereichen der Technik vorherrschenden sozialen Logiken auf den Genesekontext übertragen wurden, heute gegenüber Ansätzen ins Abseits, die von ineinander verschränkten 'Orientierungskomplexen' für die an der Entstehung einzelner Techniken beteiligten Akteure ausgehen und die Vermittlung zwischen verschiedenen externen Logiken zu analysieren und beschreiben versuchen (zusammenfassend Weingart 1982; Krohn und Rammert 1985; Krohn und Küppers 1989). Interessant daran ist vor allem, daß nunmehr der Akteur an die Stelle der vorgängigen Strukturlogik getreten ist, wenngleich aus der übergeordneten Perspektive die Rolle der einzelnen beteiligten Akteure für das Zustandekommen einer Technik untersucht wird.

Eine weitere Komplizierung - und stärkere Fokussierung auf den Akteur als Steuerer des technischen Fortschritts - erfährt der Ansatz der Techniksoziologie, wenn für einzelne an der Technikentwicklung beteiligte Akteure die spezifischen 'Orientierungsraster' ermittelt werden, die bei der Technikentwicklung vor Ort in einzelnen Institutionen in der Forschungslandschaft wirksam werden (Asdonk und Tolksdorf 1990). Die Autoren gehen davon aus, daß es je nach Technik ein 'Grundmuster' der Technikgenese gibt, das als Organisationsnetzwerk von Einrichtungen aus verschiedenen Teilsektoren vorstellbar ist, innerhalb dessen einzelne technische Entwicklungslinien vorangetrieben werden. "Orientierungsraster bilden die allgemeinen Orientierungskomplexe auf eine bestimmte FuE-Einrichtung/-Organisation" (Asdonk und Tolksdorf 1990, S. 108 ff.) innerhalb dieses Netzwerkes ab. Am Beispiel der Fertigungstechnik zeigen Asdonk und Tolksdorf, daß sich das Orientierungsraster der außeruniversitären, akademischen Forschungseinrichtungen durch eine dominante technikwissenschaftliche Orientierung neben der ökonomischen Orientierung ('Institutsfinanzierung', 'Industriebezug' und 'Verwertungsbezug') ausweist. "Der Bezug auf Theorien wird als besondere Stärke von wissenschaftlichen Problemlösungen gesehen. Relevante Theorien entstammen nicht allein den Ingenieurwissenschaften (...), sondern auch naturwissenschaftlichen Fächern wie der Physik und seit den 70er Jahren vor allem der noch jungen Informatik" (Asdonk und Tolksdorf 1990, S. 117). Allerdings fehlt der Hinweis darauf, wie diese wissenschaftliche Logik und die Verwertungslogik integriert werden, und auch darauf, daß die wissenschaftliche Orientierung auf die Institutsebene heruntergebrochen wird, und dort - wie ich zu zeigen versuchen werde - eine Eigendynamik entfaltet.

Resümierend kann aber festgehalten werden, daß auch Hochschulinstitute in gesellschaftliche Projekte der Technikentwicklung eingebunden sind. Die analytische Fassung der Forschungseinrichtungen erweitere ich daher um eine weitere Komponente: Sie arbeiten an technischen Entwicklungslinien ausschnittshaft mit, die sich für diese als übergreifende Fragestellungen ('roter Faden') darstellen. Ich bewege mich also an der Schnittstelle zwischen Akteuren einerseits, die Forschungsfragen bearbeiten, und gesellschaftlichen Technikprojekten andererseits, die von verschiedenen Akteuren vorangetrieben werden. Bei diesem theoretischen Zugriff auf das Problem konnte ich an vorangegangene Studien anschließen (vgl. Kluge und Oehler 1986; Kraushaar und Oehler 1989; Strübing 1989), in denen gezeigt werden konnte, daß für die Entwicklung von thematischen Forschungsschwerpunkten an Hochschulen sogenannte **Forschungslinien** eine Rolle spielen, die einen thematischen und funktionalen Zusammenhang von Forschungsprojekten in diachroner Perspektive bezeichnen (vgl. ausführlich Fuchs 1992b).

Mit diesem analytischen Instrumentarium von Selektivitätsdimensionen einerseits und dem Konzept der Forschungslinie andererseits gehe ich nun an das Material heran. Dabei will ich mich dem Gegenstand in drei Schritten nähern: Erstens werde ich die Forschungslandschaft 'Konstruktion', die ich exemplarisch heranziehe, skizzieren und erläutern, warum die Institute Forschungslinien verfolgen können und müssen. Zweitens werde ich die organisatorischen Randbedingungen aufzeigen, die der Entfaltung von Forschungslinien entgegenstehen bzw. diese fördern. Schließlich werde ich drittens das Konzept der Forschungslinie näher darstellen.

3 Die Teilforschungslandschaft 'Konstruktion'

Zunächst also zur Teilforschungslandschaft 'Konstruktion'. Die befragten Wissenschaftler bilden untereinander informelle Netzwerke aus, innerhalb derer Forschungsfragen abgestimmt und Kooperationen durchgeführt werden. Sie tauschen Forschungsergebnisse aus, beziehen sich in ihren Arbeiten auf die Ergebnisse der anderen, regen sich zu Forschungsvorhaben an und kooperieren sogar in Ausnahmen. Zudem haben sich für die beiden Teildisziplinen Maschinenelemente und Konstruktionstechnik neben den informellen Netzwerken verschiedene formale Gremien und Organisationen herausgebildet, in denen Forschungsthemen abgesteckt und z.T. auch abgestimmt, Ressourcenentscheidungen getroffen, Personalentscheidungen angebahnt und Forschungsergebnisse gewürdigt werden. Hierzu gehören die Wissenschaftliche Gesellschaft für Konstruktionsforschung und Maschinenelemente, die Arbeitskreise der AiF, des DIN, des VDI usw.. Dies sind die Institutionen, die die globale thematische Ausrichtung vorantreiben und dabei entsprechend den aktuellen auch außerdisziplinären Entwicklungen modifizieren. In ihnen wird zwischen Hochschulinstituten, Forschungsförderern und Verwendungspraxis vermittelt und der grobe Zuschnitt der weiteren Forschungsplanung verhandelt. Das Verhältnis von Forschern und Verwendern stellt sich in diesen Gremien als wechselseitiger Prozeß von aktiver Gestaltung und Adaption der Technikentwicklung dar, so daß beide Seiten zugleich steuern und gesteuert werden.

Zwar gibt es partielle thematische Überschneidungen, und in deren Folge Konkurrenz und Kooperation. Überwiegend aber herrschen trennscharfe Abgrenzungen vor, so daß sich die Forschung in einer Fülle von aufeinander bezogenen Nischen vollzieht. Durch die Vielzahl der Gremien und Entscheidungen entsteht ein nicht-hierarchischer und nicht-dezisionistischer Abstimmungsprozeß, der es den Hochschulinstituten erlaubt (und es von ihnen erfordert), innerhalb der Nischen eigeninitiativ Forschungslinien zu verfolgen, die nicht direkt von den Förderern determiniert werden.

4 Randbedingungen der Forschung

Allerdings laufen Forschungslinien nicht als stringente Programme ab, sondern werden im Verlauf durch eine Reihe von Randbedingungen tangiert, die sich aus der Institutionalisierung der Forschung an Hochschulen ableiten.

Forschung verläuft in Form von Projekten, die in der Regel von Drittmitteln finanziert werden. Daraus ergeben sich drei Konsequenzen: (1) Auch komplexe Fragestellungen müssen auf relativ übersichtliche Themenstellungen kurzer Reichweite unter Einschluß von Verwenderinteressen zugespitzt werden. (2) Die Bewilligung der Vorhaben ist ungewiß, weil die Forschungseinrichtungen mit anderen Instituten konkurrieren, und weil die Förderer mittlerweile nicht mehr jedes beantragte Vorhaben und wenn, auch nicht in voller Höhe finanzieren. (3) Weil die Bearbeitungszeit der Projektanträge zunehmend länger, die der Projektlaufzeit aber kürzer wird, müssen stets mehr Anträge gestellt als Projekte bearbeitet werden, was zu einer ineffizienten Überproduktion von Anträgen und Angeboten führt. Diese drei Punkte führen insgesamt zu einem recht kurzfristigen Planungshorizont: Nur wenige zukünftige Arbeitsschritte können als gesichert gelten, was einen immer erneuten Zuschnitt der bearbeiteten Forschungsfragen erfordert. Forschung ist eben nicht als starres Forschungsprogramm planbar.

Eine weitere Randbedingung der Forschung stellt die sächliche und apparative Ausstattung der Forschungseinrichtungen dar. Die Themenstellungen der durchgeführten Projekte müssen so gewählt werden, daß sie sich mit der vorhandenen Infrastruktur bearbeiten lassen, und daß sich die im Rahmen von Projekten akquirierten Ausstattungselemente mit der vorhandenen Ausstattung ergänzen. Dies schränkt das Spektrum der Projektthemen einerseits ein und wahrt theoretische Kohärenz. Andererseits werden z.T. abgelegene oder weniger innovative Vorhaben durchgeführt, um die für die Institutsarbeit notwendige aber aus dem Haushalt allein nicht finanzierbare sächliche Ausstattung einwerben oder erwirtschaften zu können.

Die etatmäßigen Mitarbeiter der Institute sowie deren Leiter müssen einen nicht unbeträchtlichen Teil ihrer Zeit auf die Lehre verwenden, der sich durch die vergleichsweise hohen Studierendenzahlen in den betreffenden Studiengängen in den letzten Jahren weiter erhöht hat. Dem wird durch die Beschäftigung von Drittmittelpersonal entgegengewirkt, das ebenfalls mit Lehraufgaben betraut wird. Dadurch werden Planstellenkapazitäten frei, was der stringenten Verfolgung von Forschungsfragen dienlich ist. Andererseits leistet dies einer thematischen Diversifikation der am Institut bearbeiteten Fragestellungen Vorschub, denn die Themen von eingeworbenen Projekten

müssen kompromißartig ausgehandelt werden und liegen nicht immer auf der Linie des Instituts.

Die Beschäftigung und Rekrutierung des wissenschaftlichen Nachwuchses geschieht in den Instituten vor dem Hintergrund der Projektförmigkeit technikkissenschaftlicher Forschung einerseits und der durch die arbeitsrechtlichen Implikationen der Hochschulgesetzgebung begrenzten und auf formal zertifizierte Qualifikationssprünge angelegten Beschäftigungsstruktur andererseits. Beides führt dazu, daß das Forschungspersonal an den Instituten mit wenigen Ausnahmen stets fluktuiert. Diese Fluktuation wird von den befragten Hochschullehrern prinzipiell - mit der Einschränkung einer gewissen Mindestbeschäftigungsdauer - als notwendig erachtet, um innovative Impulse für die Forschungseinheit sicherzustellen. Sie steht jedoch im Gegensatz zu der Notwendigkeit, ein spezifisches Problemlösungspotential in speziellen Forschungsbereichen, auf die sich die Institute konzentrieren, längerfristig vorzuhalten. Um Forschungslinien verfolgen zu können, vermitteln die Institutsleiter zwischen produktiver und disfunktionaler Fluktuation, zwischen brain drain und Blutauffrischung und zwischen Wandel und Stabilität der schwerpunktmäßig bearbeiteten Fragestellung.

5 Das Konzept der Forschungslinie

Wie verlaufen nun die Forschungslinien vor dem Hintergrund der skizzierten Randbedingungen? Das Konzept der Forschungslinie beruht auf zwei Besonderheiten, durch die die Forschung an den untersuchten Instituten charakterisiert ist. (1) Die technikkwissenschaftliche Forschung zeichnet sich durch die Integration von Verwendungsbezügen und wissenschaftlich-systematischen Bezügen aus, so daß einzelne Projekte zwar mal mehr durch den einen oder den anderen Bezug dominiert werden, insgesamt aber keine Trennung zwischen der praktisch relevanten Forschung und der davon losgelösten 'akademischen' Forschung festzustellen ist. (2) Die technikkwissenschaftliche Forschung weist eine diachrone Verschränkung der Projektthemen auf. Die jeweils aktuellen Vorhaben sind an vorangegangene Vorhaben anschlußfähig, und die Einrichtungen operieren zudem mit einer rekursiv-variablen Projektion zukünftiger Forschungsziele, zu deren Erreichung die jeweils aktuellen Vorhaben Arbeitsschritte darstellen. Beide Aspekte möchte ich im folgenden näher ausführen.

5.1 Anschlußfähigkeit und Zielvariationsreduktion

Forschungsprojekte an einer Forschungseinrichtung sind - so ist zunächst festzuhalten - nicht beliebigen thematischen Zuschnitts. Vielmehr wird jeweils eine fachlich-thematische Anschlußfähigkeit an vorangegangene Vorhaben gewährt. Drei Gründe für das Bestreben nach Anschlußfähigkeit möchte ich herausstellen.

(1) Für die Beantragung und Bearbeitung von Forschungsprojekten sind jeweils umfangreiche Vorarbeiten und Vorkenntnisse notwendig, ohne die die Akquisition und ertragreiche Bearbeitung der Projekte nicht möglich ist. Ein Beginn bei 'Adam und Eva' ist weder aussichtsreich in der Beantragung noch effizient in der Durchführung. Dies setzt einen voranschreitenden Forschungsprozeß voraus, innerhalb dessen das Wissen kumuliert, aktualisiert und möglicherweise revidiert wird. Forschungsfragen schließen daher an den Stand des bereits im Institut erarbeiteten Know how an, und führen gemäß dem Postulat der Innovativität über diesen hinaus.

(2) Weil die versuchstechnische Ausstattung Voraussetzung für innovative Projektergebnisse ist, muß ein Teil der Ausstattung durch Drittmittelprojekte eingeworben oder durch direkte Industriaufträge erwirtschaftet werden, was zum einen solche Projekte als besonders geeignet erscheinen läßt, die mit der bereits vorhandenen Ausstattung bearbeitet werden können, und zum anderen solche, in deren Rahmen eine Vervollständigung und Aktualisierung der Ausstattung erwartet werden kann. Dies läßt sich jedoch meist nur sukzessive, mit aufeinander aufbauenden Projekten realisieren.

(3) Ein weiterer Hinweis auf thematische Kontinuität leitet sich aus dem Selbstverständnis der befragten Ingenieure - speziell der Institutsleiter - als Wissenschaftler und Forscher ab. Die Erklärung und grundlagenwissenschaftliche Durchdringung von Phänomenen haben vor allem diese, aber zum Teil auch deren wissenschaftliche Mitarbeiter, die vor ihrem Wechsel in die betriebliche Praxis eine befristete Zeit an der Hochschule relativ frei wissenschaftlich arbeiten möchten, als Habitus internalisiert.

Die jeweils durchgeführten Projekte müssen aber nicht nur an bisher bearbeitete Vorhaben anschlußfähig sein, sondern auch als nächster Arbeitsschritt einer in die Zukunft verlängerten Forschungsplanung verstanden werden können. Aus der jeweils aktuellen Situation wird eine rekursiv-variable und kollektiv vermittelte Projektion von näheren und weiteren Arbeitsschritten und anzustrebenden Zielen aufgebaut, die an den bisherigen Stand der Forschung im Institut anschlußfähig ist, und in der die jeweils unmittelbar anstehenden Projektthemen wiederum ihren Stellenwert als

nächster, sinnvoller Schritt zur Erreichung des Ziels erhalten. Die Forschungslinie als Projektion für gemeinsame Arbeit wird oft schon im Verlaufe eines Vorhabens oder aber nach dessen Abschluß modifiziert, weil die Forschungsergebnisse (bzw. die nicht erreichten Ergebnisse), die allgemeine technische Entwicklung in relevanten Nachbardisziplinen oder schließlich der Wandel der (antizipierten) Verwenderinteressen dies notwendig machen. Eine Forschungslinie ist also nicht ein einmal festgelegtes starres Forschungsprogramm, sondern eine sich stets wandelnde, bisherige Forschungsaktivitäten und deren Ergebnisse systematisierende und zugleich zukünftige Forschungsperspektiven eröffnende Arbeitsplanung.

5.2 Doppelte Relevanzstruktur

Forschungslinien folgen einer kombinierten Ablauflogik, die sowohl auf die betriebliche Verwendung von erarbeiteten Konzepten als auch generalisierend auf Erkenntniszuwächse ausgerichtet ist. Diese doppelte Relevanzstruktur der Forschung läßt sich - wie eingangs skizziert - analytisch hinsichtlich drei Dimensionen fassen: (1) Bei der Schneidung der jeweiligen Forschungsfragestellungen (Thematisierung), (2) bei der Durchführung der Projekte (Operationalisierung) sowie (3) bei der Bewertung und Verwendung der Forschungsergebnisse (Evaluation/Transfer).

(1) Während die naturwissenschaftliche Vorgehensweise - verkürzt gesagt - durch die immer genauere Präzisierung einzelner Effekte gekennzeichnet ist also analytisch angelegt ist (Analyse), ist das Ziel der Ingenieurwissenschaften, die in einem Artefakt kummulierenden und interagierenden Variablen und Faktoren zu identifizieren. Diese Variablen und Effekte werden in einem theoretischen Erklärungsmodell zusammengeführt (Synthese), das die Funktion des Artefakts beschreibt. Durch Innovationen in Querschnittstechniken (z.B. Werkstoffe, Meßtechnik, EDV) erweist sich das theoretische Modell als nicht mehr angemessen. Die Annäherung des Modells an die (wahrnehmbare) Realität motiviert dann die weitere Forschungsarbeit. Die Praxisvertreter hoffen aufgrund der theoretischen Durchdringung des Artefakts auf Funktionsverbesserungen, auf die Erklärung von Fehlern, von Verschleiß u.ä., was auf die Aushandlung und Wahl von Themenstellungen zurückwirkt. In jedem einzelnen Forschungsprojekt kumulieren diese beiden Relevanzsysteme, ohne daß die unterschiedlichen Erwartungen an das Projekt jeweils vollständig zum Ausgleich gebracht werden können.

(2) In der Projektbearbeitung werden zunächst die bisher in dem theoretischen Konzept, das das Artefakt in seiner Funktion beschreibt, enthaltenen Variablen und Parameter in ihrer Wirksamkeit präzisiert (indem etwa eine

verbesserte Versuchstechnik zum Einsatz kommt) und weitere Parameter ergänzt. Dabei werden alle aufgrund der theoretischen Kenntnisse relevanten Parameter geprüft und diejenigen mit dem größten zusätzlichen Erklärungswert einbezogen. Daneben werden bei der Auswahl aber auch Praxisgesichtspunkte berücksichtigt: Diejenigen Parameter, die sich in der Produktion kaum oder nur unter hohem Aufwand verändern lassen, werden in der Regel aus den Analysen ausgeschieden bzw. konstant gehalten. Die theoretische Erklärung und die praktische Optimierung des Artefakts sind dabei miteinander verschränkt: Die physikalische Durchdringung eines Artefakts führt zu konstruktiven Änderungen mit dem Ziel der Funktionsverbesserung. Diese konstruktiven Änderungen bzw. die dadurch ermöglichten geänderten, härteren Einsatzbedingungen ergeben Hinweise auf neue, bisher nicht beachtete Parameter und sind somit Anlaß für eine erneute Verfeinerung des theoretischen Modells.

(3) Was die Ergebnisse der Forschung angeht, so ermöglicht das erarbeitete Know how die Lösung unmittelbarer Praxisprobleme, sozusagen im Wege der Ausbuchstabierung des neu erarbeiteten, allgemeinen Wissens für einen Einzelfall, was ich Exemplifizierungsleistungen genannt habe. Das erarbeitete Know how dient aber gleichzeitig generalisierend der Erweiterung des Wissens über einen Artefaktbereich und dessen Funktionen sowie deren Ursachen, was als Generalisierungsleistungen oder Grad der Transferkompetenz des Forschungshandelns bezeichnet wird.

Integriert wird die Forschungslinie durch den Leiter in zentraler Position, um den das Institut 'gebaut' ist, und der eine entsprechende Orientierung als Wissenschaftler und Forscher aufweist. Die Mitarbeiter sind in der Projektdurchführung weitgehend autonom, und nur dem Projektantrag, der die Arbeitsschritte allerdings detailliert vorzeichnet, verpflichtet. Auf diese Weise entsteht eine latente Arbeitsteilung zwischen dem Leiter und dem mit der Projektbearbeitung betrauten wissenschaftlichen Mitarbeiter. Während der wissenschaftliche Mitarbeiter mit der Durchführung des Projektes und der Lösung der oft sehr verwendungsnahen Fragestellung befaßt ist, sichert der Leiter als Integrationsfigur die diachrone Verschränkung und die wissenschaftliche Orientierung der Projekte.

6 Zusammenfassung, Ausblick und Würdigung

1. Die Hochschuleinrichtungen der technikwissenschaftlichen Forschung sind mit einem eigenen Steuerungspotential ausgestattete Akteure in einem relativ offenen Handlungsraum, die Forschungslinien verfolgen.

2. Aus der Organisation der Forschung an Hochschulen ergeben sich eine Reihe von Randbedingungen und Restriktionen, die die Entfaltung von Forschungslinien fördern oder behindern. Die Forschungseinrichtungen müssen zwischen diesen Randbedingungen vermitteln und diese mit der stringenten Bearbeitung von Forschungslinien zum Ausgleich bringen.

3. Forschungslinien zeichnen sich durch die Anschlußfähigkeit der aktuellen Projekte an jeweils vergangene Vorhaben und Themenstellungen, wie auch durch eine Projektion zukünftiger Arbeitsschritte und Ziele aus. Aus dieser Projektion leiten die Wissenschaftler ihre jeweils aktuellen Forschungsfragen ab, die sie in eine Folge von sequentiellen Arbeitsschritten übersetzen. Eine beliebige, sprunghafte Bearbeitung verschiedenartigster Themenstellungen ist für die Institute existenzgefährdend und wird daher zugunsten von Forschungslinien möglichst vermieden.

4. Forschungslinien integrieren Verwendungsbezüge und wissenschaftlich-systematische Bezüge, die durch die Vorlauftforschung vorbereitet und synchronisiert werden. Jedes einzelne Projekt erfüllt dann eine - wenn auch nicht immer gleich stark gewichtete - doppelte Funktion: Die Weiterentwicklung eines theoretischen Konzepts, das die Funktion eines untersuchten Artefakts erklären kann, und die Lösung eines Praxisproblems. Die These von der 'verlängerten Werkbank' muß daher als der Realität nicht gerecht werdend und einseitig verkürzend zurückgewiesen werden.

Offen geblieben ist die Frage, ob Forschungslinien ein typisches Phänomen der Technikwissenschaften insgesamt sind, oder ob sie sich nur in den zentralen, grundlagenorientierten und kalten Teildisziplinen der 'Konstruktion' finden. Eine Analyse weiterer Teildisziplinen des Maschinenbaus, aber auch anderer Technikwissenschaften, wäre hier notwendig, um das Konzept der Forschungslinie auf eine breitere empirische Basis zu stellen. Es stellt sich besonders die Frage, welchen Einfluß Forschungslinien haben, wenn der Verwendungsbezug einer Teildisziplin und damit der Verwendungsbezug der Forschung an den einzelnen Instituten ausgeprägter und umgekehrt der Theoriebezug umso loser ist? Um das Konzept der Forschungslinie darüberhinaus weiter zu festigen, wäre es wichtig, Forschungseinrichtungen in der Entstehungsphase zu begleiten, oder nach nicht allzu langer Zeit retrospektiv zu analysieren, um die Bedingungen identifizieren zu können, unter denen

die Forschungsschwerpunkte - ohne auf Vergangenes rekurrieren zu können - zugeschnitten werden. Hierfür wären universitäre Forschungsinstitute in den neuen Bundesländern ein materialreiches und interessantes Feld. Unklar ist bisher zudem, ob das Konzept der Forschungslinie auch in anderen Institutionen der Forschungslandschaft - etwa in den Instituten der Max-Planck-Gesellschaft, der Fraunhofer-Gesellschaft, in den Großforschungsseinrichtungen und in den Entwicklungsabteilungen der Wirtschaft - Geltung erlangt. Trotz dieser offenen Fragen und der weiteren Forschungsperspektiven lassen sich zwei wichtige Befunde abschließend festhalten:

1. Die Ergebnisse leisten einen Beitrag zur Frage der Ausgestaltung der staatlichen und privaten Forschungsförderung: Innovative Forschungsergebnisse sind nur zu erwarten - so glaube ich ableiten zu können -, wenn sich Forschungslinien entfalten können. Daraus ergeben sich die sächlichen und personellen Parameter der Institutsorganisation, aber auch Hinweise für die effiziente Gestaltung der Forschungsförderung: Forschungs- und Förderungsschwerpunkte sollten weniger themenspezifisch nach wirtschaftspolitischen Gesichtspunkten, sondern unter Einschluß der Forscher selbst gesetzt werden. In der notwendigen Eigendynamik von Forschungslinien finden Forderungen nach einer verstärkten Orientierung an den Bedürfnissen der Wirtschaft einerseits und einem staatlichen 'Controlling' der Forschung an Hochschulen andererseits ihre Grenzen.

2. Die von den Hochschulen postulierte und durch die staatliche Alimentierung gestützte Forschungsautonomie und die Konzentration auf die zunächst von keiner gesellschaftlichen Interessengruppe dominierte Forschung in den Geistes- und Naturwissenschaften hat auch in den Technikwissenschaften Bestand. Die Hochschulinstitute sind weder Nachläufer einer allgemeinen technischen Entwicklung noch sind sie die alleinigen Trendsetter, denen die anwendungsorientierte Forschung nachfolgt. Vielmehr ist von einer verschränkten Technikgenese auszugehen, auf die die Hochschulinstitute mit einem eigenen Steuerungspotential Einfluß nehmen, ohne ihre Autonomie prinzipiell durch die Kooperation mit der Wirtschaft zu gefährden. Festzuhalten ist, daß technikwissenschaftliche Forschung nur als vergesellschaftete Forschung denkbar ist. Frei schwebende, interessenlose Technikforschung wäre wegen des zwangsläufigen Verwendungsbezugs der erforschten Artefakte inhaltsleer. Verwendungsbezüge und andere Randbedingungen sind daher nicht als etwas Fremdes zu verstehen, das der Logik der Forschung entgegensteht und sie in ihrer Entfaltung hindert, sondern durch sie wird der Raum aufgespannt, in dem sich die technikwissenschaftliche Forschung entfaltet. Lösen muß man sich wohl von der Vorstellung, technikwissenschaftliche Forschung würde in einem Freiraum ausschließlich eigengesetzlich verlaufen. Vielmehr ist die Sachlogik der Forschung nur in Auseinandersetzung mit

den Randbedingungen vergesellschafteter Forschung zu denken, was Konflikte durchaus einschließt. In der Bewältigung dieser Konflikte zeigt sich die spezifische Handlungskompetenz der Ingenieure und ihre Autonomie.

Literatur:

Alemann, H. von, 1978: Das Institut als Zentrum wissenschaftlicher Forschung. S. 9-25 in: E.K.Scheuch/H. von Alemann (Hrsg.), Das Forschungsinstitut. Formen der Institutionalisierung von Wissenschaft. Erlangen: IGW.

Alemann, U. von/Jansen, P./Kipler, H./Kibler, L., 1988: Technologiepolitik: Grundlagen und Perspektiven in der Bundesrepublik Deutschland und in Frankreich. Frankfurt a.M., New York: Campus.

Allesch, J., 1984: Hochschule und Wirtschaft - Möglichkeiten und Hemmnisse der Zusammenarbeit. Dokumentation einer wissenschaftlichen Fachtagung. Studien zu Bildung und Wissenschaft, Nr. 7. Bad Honef: Bock.

Artiken, H.G.J., 1976: Syntony and Spark: The Origins of Radio. New York: Basic Books.

Asdonk, J./Tolksdorf, G., 1990: Orientierungsraster der Technikgenese am Beispiel der Produktionstechnik. S. 107-119 in: R. Tschiedel (Hrsg.), Die technische Konstruktion der gesellschaftlichen Wirklichkeit. Gestaltungsperspektiven der Techniksoziologie. München: Profil.

Asdonk, J./Bredeweg, U./Kowol, U., 1991: Innovation als rekursiver Prozeß. Zur Theorie und Empirie der Technikgenese am Beispiel der Produktionstechnik. Zeitschrift für Soziologie 20: 290-304.

Bahrdt, H.-P., 1971: Moderne Forschungsorganisation - moderne Universität. S. 146-153 in: H.-P. Bahrdt (Hrsg.), Wissenschaftssoziologie ad hoc. Düsseldorf: Bertelsmann.

Ben-David, J., 1971: The Scientific Role in Society. A Comparative Study. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Böhme, G./van den Daele, W./Krohn, W., 1972: Alternativen in der Wissenschaft. Zeitschrift für Soziologie 1: 302-316.

Böhme, G./van den Daele, W./Krohn, W., 1973: Die Finalisierung der Wissenschaft. In: Zeitschrift für Soziologie 2: 128-144.

Braun, I., 1987: Computer und Intimität: der Bay-Computer - eine techniksoziologische Fallstudie. Berlin: Sigma.

Braun, I., 1988: Stoff, Wechsel, Technik: zur Soziologie und Ökologie der Waschmaschinen. Berlin: Sigma.

Braun, I./Feuerstein, G./Grote-Jan, C. von, 1991: Organtransplantation und technisch vernetzte Systeme. S. 121-149 in: B. Joerges (Hrsg.), Wissenschaft - Technik - Modernisierung. Verhandlungen der Sektion Wissenschaftsforschung der DGS beim 25. Deutschen Soziologentag in Frankfurt a.M., Oktober 1990. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialwissenschaften, Papers FS II-91-503. Berlin: WZB.

Braun, D./Schimank, U., 1992: Organisatorische Koexistenzen des Forschungssystems mit anderen gesellschaftlichen Teilsystemen: Die prekäre Autonomie wissenschaftlicher Forschung. Journal für Sozialforschung 32: 319-336.

Bruder, W. (Hrsg.), 1986: Forschungs- und Technologiepolitik in der Bundesrepublik Deutschland. Opladen: Westdeutscher Verlag.

Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft, 1984: Bericht der Expertenkommission zur Untersuchung der Auswirkungen des Hochschulrahmengesetzes (HRG). Schriftenreihe Grundlagen und Perspektiven für Bildung und Wissenschaft, Nr. 1. Bad Honef: Bock.

Ekardt, H.-P./Löffler, R./Hengstenberg, H., 1992: Arbeitssituation von Firmenbauleitern. Frankfurt a.M., New York: Campus.

Fower, D.R., 1984: University-Industry Research Relationships. Research Management 27: 35-41.

Fuchs, M., 1992a: Rekrutierung, Funktionalität und Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Institutionelle Sicht am Beispiel von zwei Teildisziplinen des Maschinenbaus. Das Hochschulwesen 40: 5-11.

Fuchs, M., 1992b: Forschungslinien. Handlungsorientierungen von Ingenieuren in angewandter Forschung. Kassel (Dissertation).

Fuchs, M./Oehler, Chr., 1992: Organisation und Effizienz von Forschungsinstituten. Technikwissenschaftliche Forschung an westdeutschen Hochschulen in 18 Fallstudien aus dem Maschinenbau. Kassel (im Erscheinen).

Geser, H., 1977: Forschungsinfrastruktur und Organisationsformen von Universitätsinstituten. Zeitschrift für Soziologie 6: 150-173.

Hilpert, U., 1989: Staatliche Forschungs- und Technologiepolitik und offizielle Wissenschaft. Opladen: Westdeutscher Verlag.

Hübner, H./Antensteiner, E./Giesswein, M./Milla, A./Weiß, M., 1984: Forschungskoooperation Wissenschaft-Wirtschaft in Österreich: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung bei Forschungsinstituten und Unternehmen. Wien: Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung.

Kaddatz, B., 1987: Rationalität und Rationalisierung des wissenschaftlichen Arbeitsprozesses. Hochschulentwicklung, Forschungsorganisation, Projektpersonal. Frankfurt a.M., New York: Campus.

Kluge, N./Oehler, Chr., 1986: Hochschulen und Forschungstransfer. Bedingungen, Konfigurationen und Handlungsmuster. Werkstattberichte Band 17. Kassel: Wissenschaftliches Zentrum für Berufs- und Hochschulforschung.

Knie, A., 1991a: Diesel - Karriere einer Technik: Genese und Formierungsprozesse im Motorenbau. Berlin: Sigma.

Krämer, S., 1991: Die Säkularisierung der Symbole: Ein Projekt der Neuzeit und seine (post-)modernen Folgen. S. 19-30 in: B. Joerges (Hrsg.), Wissenschaft - Technik - Modernisierung. Verhandlungen der Sektion Wissenschaftsforschung der DGS beim 25. Deutschen Soziologentag in Frankfurt a.M., Oktober 1990. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialwissenschaften, Papers FS II-91-503. Berlin: WZB.

- Krohn, W./Küppers, G., 1989: Die Selbstorganisation der Wissenschaft. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Krohn, W./Rammert, W., 1985: Technologieentwicklung. Autonomer Prozeß und industrielle Strategie. S. 411-434 in: B. Lutz (Hrsg.), Soziologie und gesellschaftliche Entwicklung. Frankfurt a.M., New York: Campus.
- Lakatos, I., 1971: History of Science and its Rational Reconstructions. Boston Studies in the Philosophie of Science 8: 91-136.
- Lorenzen, H.-P., 1985: Effektive Forschungs- und Technologiepolitik: Abschätzung und Reformvorschläge. Frankfurt a.M.: Campus.
- Luhmann, N., 1970: Selbststeuerung in der Wissenschaft. S. 232-252 in: N. Luhmann (Hrsg.), Soziologische Aufklärung, Band I. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Meusel, E.-J., 1977: Die Verwaltung der Forschung. Wissenschaftsrecht, Wissenschaftsverwaltung, Wissenschaftsförderung 10: 118-137.
- Meyer, N./Friedrich, H.-R., 1985: Neue Technologien, Hochschule und Wirtschaft. Köln: vgs/-CVK.
- Nitsch, W./Gerhardt, U./Offe, C./Preuss, U.K., 1965: Hochschule in der Demokratie. Kritische Beiträge zur Erbschaft und Reform der deutschen Universität. Neuwied: Luchterhand.
- Oehler, Chr., 1990: Effizienz der Drittmittelförderung in den Ingenieurwissenschaften. Arbeitspapiere Heft 23. Kassel: Wissenschaftliches Zentrum für Berufs- und Hochschulforschung.
- Pfetsch, F.R., 1978: Freie Forschungsinstitute am Beispiel der Pharmazie, Chemie und Medizin. S. 79-94 in: E. K. Scheuch/H. v. Alemann (Hrsg.), Das Forschungsinstitut. Formen der Institutionalisierung von Wissenschaft. Erlangen: IGW.
- Polanyi, M., 1964: Science, Faith, and Society. A Searching Examination of the Meaning and Nature of Scientific Inquiry. Chicago: Phoenix Books.
- Queisser, H., 1989: Wandert die Forschung aus der Hochschule aus? Konstanzer Blätter für Hochschulfragen 99: 47-56.
- Rammert, W., 1988: Das Innovationsdilemma. Technikentwicklung im Unternehmen. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Rammert, W., 1989: Anteil der Kultur an der Genese einer Technik. Das Beispiel des Telefons. S. 87.95 in: Forschungsgruppe Telefonkommunikation (Hrsg.), Telefon und Gesellschaft. Berlin: Sigma.
- Rammert, W., 1991: Entstehung und Entwicklung der Technik: Der Stand der Forschung zur Technikgenese in Deutschland. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialwissenschaften, Papers Nr. FS II 91-105. Berlin: WZB.
- Rammert, W., 1992: Wer oder was steuert den technischen Fortschritt? Technischer Wandel zwischen Steuerung und Evolution. Soziale Welt 43: 7-24.

Spath, D., 1988: Universität-Industrie-Kooperation im Bereich Forschung/Entwicklung aus der Sicht der mittelständischen Industrie: Kooperationsbedarf/Kooperationsbedingungen. S. 3-20 in: K. Lüder (Hrsg.), Forschungsk Kooperation zwischen industriellen Unternehmungen und Hochschulen. Speyer Forschungsberichte 71. Speyer: Forschungsinstitut für öffentliche Verwaltung.

Strübing, J., 1989: "Technik, das ist das Koordinatensystem, in dem wir leben ..." Handlungsorientierungen im technikwissenschaftlichen Forschungstransfer. Werkstattberichte Band 24. Kassel: Wissenschaftliches Zentrum für Berufs- und Hochschulforschung.

Theis, A./Graumann, W./Oppermann, Th., 1986: Wissenstransfer zwischen Universität und Wirtschaft: Neue Formen der Kooperation in Westeuropa. Verhandlungen und Ergebnisse des internationalen Workshops 'Personalaustausch Hochschule/Wirtschaft und Existenzgründungen'. Baden-Baden: Nomos.

Weber, M., 1919: Wissenschaft als Beruf. S. 582-613 in: M. Weber, Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre. Tübingen, 5. Aufl. 1982: Mohr.

Weitzel, G., 1987: Kooperation Wissenschaft-mittelständische Wirtschaft: Selbsthilfe der Unternehmen auf regionaler Basis meist noch ohne operationales Konzept. IfO-Schnelldienst 40: 20-29.

Wissenschaftsrat, 1988: Empfehlungen des Wissenschaftsrates zu den Perspektiven der Hochschulen in den 90er Jahren. Köln: Wissenschaftsrat.

Wissenschaftsrat, 1991: Stellungnahme zum Zentrum für wissenschaftlichen Apparatebau in Berlin-Adlershof. Köln: Wissenschaftsrat.

Anschrift des Verfassers:

Katholische Universität Eichstätt
Geschichts- und Gesellschaftswissenschaftliche Fakultät
Lehrstuhl für Soziologie II
Ostenstraße 26 - 28

85071 Eichstätt